MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA
COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS – COMIG

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

ÁGUAS FORMOSAS
FOLHA SE.24-V-C-III
ESTADO DE MINAS GERAIS

Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais
da região leste de Minas Gerais

Texto Explicativo – Geologia
Volume 3

PROVÍNCIA PEGMATÍTICA ORIENTAL

Geólº Cid Queiroz Fontes

Belo Horizonte
1997

fp
012393

C P R M
BIBLIOTECA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Raimundo Mendes de Brito
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Giovani Toniatti
Secretário

CPRM–SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
Carlos Oití Berbert
Diretor- Presidente

Antônio Juarez Milmann Martins
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Gil Pereira de Azevedo
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Augusto Wagner Padilha Martins
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

José de Sampaio Portela Nunes
Diretor de administração e Finanças

Sabino Orlando C. Loguércio
Chefe do Departamento de Geologia

Inácio de Medeiros Delgado
Chefe da Divisão de Geologia Básica

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE
BELO HORIZONTE

Osvaldo Castanheira
Superintendente

*Claiton Piva Pinto**
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Nelson Baptista de Oliveira Resende Costa
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Fernando Antônio de Oliveira
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Eduardo Brandão Azeredo
Governador

SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA
Deputado Benedito Rubens Renó Bené Guedes
Secretário de Estado

*Lauri Bez**
Superintendente de Recursos Minerais

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS - COMIG
Carlos Alberto Cotta
Diretor-Presidente

*Marcelo Arruda Nassif**
Coordenador de Apoio Técnico e Operacional

FOLHA ÁGUAS FORMOSAS

Os créditos acima referem-se à época da execução do mapeamento da folha desta publicação.

(*) Representantes técnicos no convênio para desenvolvimento do Projeto.

ÁGUAS FORMOSAS

Folha SE.24-V-C-III
Escala 1:100.000

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

COORDENAÇÃO NACIONAL E SUPERVISÃO TÉCNICA

Coordenador Nacional	Inácio de Medeiros Delgado - Geólogo
Geofísica	Mário José Metelo - Geólogo
Geologia Estrutural	Reginaldo Alves dos Santos - Geólogo
Geoquímica	Gilberto José Machado – Geólogo, MSc.
Metalogenia	Inácio de Medeiros Delgado - Geólogo
Petrologia	Luiz Carlos da Silva – Geólogo, MSc.
Sedimentologia	Augusto José Pedreira – Geólogo, PhD.
Sensoriamento Remoto	Cidney Rodrigues Valente – Geólogo, MSc.

EQUIPE RESPONSÁVEL PELO PROJETO CPRM

COORDENAÇÃO GERAL:
Claiton Piva Pinto - Geólogo, MSc.
SUPERVISÃO TÉCNICA
João Bosco Viana Drumond - Geólogo

EQUIPE DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO:

Geólogos:
Antônio Rabelo Sampaio
Cid Queiroz Fontes
João Cardoso Moraes Filho
Jodauro Nery da Silva
José Heleno Ribeiro
Manoel Pedro Tuller
Marcos Donadello Moreira – MSc.
Nicola Signorelli
Sérgio Lima da Silva
Valter Salino Vieira – MSc.
Vinícius José de Castro Paes – MSc.
Wilson Luis Féboli

CADASTRAMENTO DE LAVRAS PEGMATÍTICAS
Geólogos:
Custódio Netto
Mário Conceição Araújo

PETROGRAFIA/PETROLOGIA
Jéssica Beatriz Carvalho Tallarico – Geóloga, PhD
Ludmila Maria Motta Pereira- Geóloga, MSc.

GEOLOGIA ESTRUTURAL/TECTÔNICA
Claiton Piva Pinto – Geólogo, MSc.
Maria José Resende Oliveira – Geóloga, MSc.
Wilson Luis Féboli – Geólogo

COLABORADORES:
Geofísica: Michael Gustav Peter Drews - Analista de Recursos Naturais
Marcelo de Araújo Vieira – Engenheiro de Minas
Petrografia: Márcia Zucchetti – Geóloga, MSc.
Sedimentologia: Augusto José Pedreira – Geólogo, PhD
Geologia Estrutural/Regional – Reginaldo Alves dos Santos – Geólogo
João Dalton de Souza – Geólogo
Informática: Edson Lopes Barreto – Geólogo
Recursos Hídricos: Maria Antonieta Alcântara Mourão – Geóloga, MSc.
Revisão do texto: Milton Brand Baptista – Geólogo
Normalização Bibliográfica: Maria Madalena Costa Ferreira – Bibliotecária.
Organização da Nota Explicativa: Maria José Resende Oliveira – Geóloga, MSc.

APOIO NA CONFECÇÃO DE LÂMINAS PETROGRÁFICAS:
Superintendência Regional de Porto Alegre–SUREG/PA
Superintendência Regional de Salvador–SUREG/SA
Superintendência Regional de Goiânia–SUREG/GO
Superintendência Regional de Recife–SUREG/RE
Superintendência Regional de Belém–SUREG/BE
Escola de Minas - Departamento de Geologia (UFOP)
Instituto Eschwege (UFMG)

APOIO OPERACIONAL:
Alba Martinho Coelho
Alexsander M. Pedrosa
Balduíno G. Pereira da Silva
Deli Moreira Soares
Deusdeth Coelho Menezes
Edson Fernandes da Silva
Elizabeth A. Cadête Costa
Fábio Alves Pedrosa
Francisco de P. Carvalho
Ivan Leoni Rodrigues Reis
Jairo Rosa da Silva
João de Matos Leão
José Geraldo de S. Barbosa
José Moreira Bessa
José da Paz Nascimento
Laércio Pereira
Lindouro Araújo Duarte
Lúcio Mauro Souza Neves
Luiz Antônio da Costa
Luiz Carlos Ferreira
Luiz Ferreira Coelho
Magda E. Guieiro de Oliveira
Márcio Bretas Rocha
Marco Aurélio Guimarães
Maria Alice Rolla Becho
Moacir Francisco Cândido
Nery Agostinho Resende
Orlando Gomes Oliveira
Osvaldo Gomes Pedrosa
Richard A. Leandro Barbosa
Rosângela G. B. de Souza
Rosemary Correa
Rosilene Peixoto da Costa
Sávio Barçante de Figueiredo
Sônia do Carmo Diniz Soares
Terezinha I. Carvalho Pereira
Valdiva de Oliveira

CRÉDITOS DE AUTORIA

Item 1 Cid Queiroz Fontes
1.3 Claiton Piva Pinto

Item 2 Cid Queiroz Fontes
2.1 Claiton Piva Pinto
João Bosco Viana Drumond

Item 3 Cid Queiroz Fontes

Item 4 Cid Queiroz Fontes

Item 5 João Bosco Viana Drumond

PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

PROJETO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO/METALOGENÉTICO SISTEMÁTICO

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
Superintendência Regional de Belo Horizonte

CPRM – Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil 1731 – Bairro Funcionários
Belo Horizonte – MG – 30.140-002
Fax: (31) 261-5585
Tel: (31) 261-0391
http://www.cprm.com.br
cprmbh@estaminas.com.br

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Projeto Leste: Folha Águas Formosas – SE.24-V-C-III, escala 1:100.000. Cid Queiroz Fontes – Belo Horizonte: SEME/COMIG/CPRM, 1997.

61 p., v.3,: mapa e anexos, (Série Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB)

Conteúdo: Projeto Leste – etapa 1. Inclui 12 volumes e mapas geológicos – escala 1:100.000 e 3 relatórios temáticos com mapa geológico integrado - escala 1: 500.000/Inclui 1 volume e mapa geológico 1:250.000 – Folha Almenara.

1.Geologia 2.Recursos Minerais. 3. Águas Formosas-MG Mapa. I-Título II-Fontes, Cid Queiroz.

CDU: 553.04

Direitos desta edição: CPRM – Serviço Geológico do Brasil
É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

RESUMO

O mapeamento geológico na escala 1:100.000 executado na Folha Águas Formosas (SE.24-V-C-III), integra a etapa I do Projeto Leste-MG, executado pelo Serviço Geológico do Brasil–CPRM, em convênio com a Secretaria de Estado de Minas e Energia do Estado de Minas Gerais–SEME e a Companhia Mineradora de Minas Gerais–COMIG. Utilizou-se a metodologia estabelecida para os projetos do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil–PLGB, executados pela CPRM. A área abrangida pela folha situa-se no Cinturão Araçuaí, informalmente dividida, na área do projeto, em Núcleo Antigo Retrabalhado de Guanhães e Faixa Móvel (domínios Oriental e Ocidental). Esta folha ocupa o Domínio Oriental, aqui dominado pelo Complexo Gnáissico-Kinzigítico. Associado a esses gnaisses observa-se o Enderbito Mangalô que é uma rocha de granulação média a fina de cor cinza-esverdeada, porfirítica, composta de quartzo, feldspato, biotita, hiperstênio e granada. Foram mapeados diversos granitos sin- a tarditectônicos, do tipo S, descritos a seguir: o Leucogranito Carlos Chagas ocupa uma grande área, sendo composto por granito de granulação grossa, porfirítico. O Granito Wolff ocorre em estreita faixa no extremo oeste tratando-se de rocha de granulação média a grossa, cinza clara, isotrópica e pode conter restos de kinzigitos. O Granito Ataléia ocorre no extremo sul da folha em um pequeno corpo de composição granítica a tonalítica de granulação média a grossa, porfirítico, com fenocristais de feldspato de até 7cm. O Granito Pedra do Sino foi definido na presente folha, tratando-se de um granito a granada, de cor cinza, porfirítico, orientado, com matriz de granulação fina a média, contendo fenocristais de feldspato de 2 a 4cm. O Granito Nanuque foi descrito no extremo leste da folha sendo de cor cinza, isotrópico a bem orientado, porfirítico. É formado por matriz escassa de granulação média a grossa composta de quartzo, feldspato, biotita abundante e granada fina. Os fenocristais de feldspato são de 3 a 4cm. No Paleozóico houve a intrusão de granitos pós-tectônicos (allanita granitos) em forma de diques e pequenos corpos isolados. São rochas de granulação fina a média com mineralogia a quartzo, feldspato, biotita e allanita. As coberturas detrito-lateríticas ocorrem em toda a folha estando ligadas ao retrabalhamento da Formação Barreiras. As aluviões mapeáveis estão associadas a alguns poucos córregos e rios. Na porção leste, os corpos possuem formas alongadas, paralelas e subparalelas a falhas de direção NE e mergulhos altos a subverticais. No setor oeste notam-se falhas de alto ângulo com direções também NE, que geraram bandamentos e *shear-bands*. Os bandamentos, foliações e lineações são bastante concordantes com o *trend* regional N35E. Existem registros de foliações com direção ao redor de N60W e N80W que podem representar variações locais. A área possui um elevado potencial para extração de rochas ornamentais, destacando-se o Leucogranito Carlos Chagas, Granito Pedra do Sino, Granito Nanuque e Enderbito Mangalô. Grafita ocorre associada a gnaisses aluminosos com intercalações de rochas calcissilicáticas.

ABSTRACT

The geologic map of the Águas Formosas Sheet (SE.24-V-C-III), in the 1:100,000 scale, is part of the *Projeto Leste de Minas Gerais (MG)*, carried out by the Brazilian Geological Survey (CPRM) for the *Secretaria de Minas e Energia de MG-SEME* (MG State Energy and Mines Secretariat) and *Companhia Mineradora de MG–COMIG* (MG State Mining Company). The project embraces the eastern region of the Minas Gerais State comprising the Neoproterozoic Brasiliano, Araçuaí Belt which also affected the Guanhães Reworked Ancient Nucleus. Within the project area, the belt could be divided in two major, local, geological domains: an Eastern and a Western. The studied area is located at the Eastern Domain. The belt is represented by high-grade metasediments, the Gneissic Kinzigitic Complex and several syn- to late-tectonic Brasiliano granitoids, most of them with peraluminous, S-type signature. The Carlos Chagas Leucogranite is exposed in a large area 1,000km^2), is a porphyritic, coarse granite. The Wolff Granite occurs at the western portion of the sheet. It is isotropic, grey medium to coarse grained and may contain kinzigitic country-rock restites. The Ataléia Granite occurs at the southern quadrant, as a small, medium to coarse grained, granitic to tonalitic intrusion. It is porphyritic, with feldspar phenocrystals up to 7cm. The Pedra do Sino Granite was recognised in this project. It is a garnet-bearing granite, grey coloured, porphyritic, foliated, with a fine to medium matrix and abundant feldspar phenocrystals ranging in length from 2 to 4cm. The Nanuque Granite was described on the east portion of the sheet, is a grey, isotropic to foliated, porphyiritic pluton. It is medium to coarse grained with scarce matrix, composed by quartz, feldspar, biotite and abundant and fine grained garnet. The K-feldspar phenocrystals reach up to 3 to 4cm. The Mangalô Enderbite is medium to fine grained, porphyiritic hypersthene tonalite, with grey-greenish colour, presenting orthopyroxene and garnet as the main accessory phases. Post-tectonic I-type (allanite granites) were identified as dikes and small isolated bodies. They are fine to medium grained, composed by quartz, feldspar, biotite and allanite. On structural grounds, the area was affected by strong strike-slip related NE-SW deformation. Only at the western domain banded structures and shear-bands are also recognised. The banded structures, foliations and lineations are concordant with the regional N35^{0}E regional trend. N60W and N80W foliation was also observed. The Cenozoic detritic-lateritic covers occur all over the area and are related to the weathering of the Tertiary Barreiras Formation. Associated to the main rivers and streams there are few alluvial deposits. The area has a great potential for ornamental rocks exploitation, namely the Carlos Chagas Leucogranite, Pedra do Sino Granite, Nanuque Granite and Mangalô Enderbite. Graphite occurs associated to aluminous kinzigitic gneisses with intercaleted calc-silicate rocks.

LISTA DE FIGURAS

1.1 Mapa de localização e articulação do Projeto Leste-MG.....2

1.2 Macrorregiões de Planejamento do Estado de Minas Gerais.....5

2.1 Localização do Projeto Leste-MG com relação à Faixa Araçuaí e demais elementos geotectônicos.....11

2.2 Diagrama QAP para o Leucogranito Carlos Chagas.....23

2.3 Diagrama QAP para o Granito Pedra do Sino.....29

2.4 Diagrama QAP para os granitos Ataléia, Wolff e Leucogranito Nanuque.....33

2.5 Diagrama QAP para o Allanita Granito.....37

3.1 Diagramas de pólos de foliações e lineações de unidades aflorantes na Folha Águas Formosas.....40

QUADRO

2.1 Coluna litoestratigráfica da Folha Águas Formosas.....15

LISTA DE FOTOGRAFIAS

2.1 Gnaisse kinzigítico com venulações neossomáticas de leucogranito pegmatóide.....53

2.2 Gnaisse kinzigítico com venulações e bolsões graníticos.....53

2.3 Lentes biotíticas envolvidas por neossoma de leucogranitóide granatífero. Gnaisse Kinzigítico.....53

2.4 Gnaisse kinzigítico com venulações e bolsões leucograníticas com intercalação biotita gnaisse fino (Gnaisse Kinzigítico).....54

2.5 Leucognaisse granatífero contendo lentes de biotita gnaisse e dobra isoclinal (Gnaisse Kinzigítico).....54

2.6 Gnaisse kinzigítico, permeado por neossoma de leucogranitóide em dobramento isoclinal...54

2.7 Gnaisse kinzigítico com venulações e bolsões pegmatóides e mesodobras isoclinais em cisalhamento subvertical. Gnaisse Kinzigítico.....55

2.8 Porções neossomáticas de leucogranito pegmatóide (Gnaisse Kinzigítico).....55

2.9 Leucossoma de granitóide granatífero/cordierítico em contatos com mesossoma biotítico Leucogranito Carlos Chagas.....55

2.10 Leucogranitóide contendo agregados de granada e cordierita. Nebulitos de mesossoma biotítico. Leucogranito Carlos Chagas.....56

2.11 Leucogranitóide com porções mesossomáticas permeadas por leucossoma granatífero/cordierítico. Leucogranito Carlos Chagas.....56

2.12 Venulação pegmatóide em leucogranitóide granatífero. Leucogranito Carlos Chagas.....56

2.13 Venulação pegmatóide encaixada em leucogranitóide granatífero. Leucogranito Carlos Chagas.....57

2.14 Mesossoma acinzentado e neossoma branco entremeados em diatexito. Leucogranito Carlos Chagas.....57

2.15 Leucogranitóide granatífero mesossoma cinza-claro, permeado por leucossoma granítico branco granatífero. Leucogranito Carlos Chagas.....57

2.16 Neossoma em vênulas e bolsões de leucogranitóide granatífero permeando mesossoma de granitóide gnáissico. Leucogranito Carlos Chagas.....58

2.17 Manchas de leucogranitóide granatífero em mesossoma gnáissico, com contatos difusos irregulares e restitos biotíticos. Leucogranito Carlos Chagas.....58

2.18 Granitóide gnáissico porfiroblástico com K-feldspato por vezes orientado. Nebulitos biotíticos. Granito Pedra do Sino.....58

2.19 Granitóide cinza com porfiroblastos geralmente orientados e entelhamento. Granito Pedra do Sino.....59

2.20 Granitóide porfiróide com granada, orientado, com lentes de biotita gnaisse fino, deformadas Granito Nanuque.....59

2.21 Fração mesossomática de granitóide cinza permeada por neossoma de leucogranitóide granatífero e pegmatóide. Granito Pedra do Sino.....59

2.22 Lente decimétrica de biotita gnaisse com borda biotítica, intercalada em diatexito nebulítico com manchas leucograníticas granatíferas. Granito Pedra do Sino.....60

2.23 Mesossoma de granitóide nebulitos biotíticos permeado por leucossoma granítico em vênulas conformando dobras ptigmáticas. Granito Pedra do Sino.....60

2.24 Granitóide porfiróide com granada com manchas leucossomáticas granatíferas. Granito Nanuque.....60

2.25 Granitóide porfiróide com granada, com discretas manchas leucossomáticas. Granito Nanuque.....61

2.26 Leucogranitóide granatífero com venulações pegmatóides e enclaves biotíticos. Allanita Granito.....61

2.27 Leucogranitóide granatífero com venulações pegmatóides, restitos biotíticos e enclaves centimétricos. Allanita Granito.....61

SUMÁRIO

RESUMO V
ABSTRACT VI
LISTA DE FIGURAS VII
QUADRO VIII
LISTA DE FOTOGRAFIAS IX

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Histórico e Método de Trabalho 1
1.2 Localização e Acesso 3
1.3 Aspectos Socioeconômicos 4
1.4 Clima, Fisiografia e Geomorfologia 7
2 GEOLOGIA 10
2.1 Contexto Geológico Regional 10
2.2 Estratigrafia 14
2.2.1 Faixa Móvel (Domínio Oriental) 14
2.2.1.1 Complexo Gnáissico-Kinzigítico 14
2.2.1.1.1 Gnaisse Kinzigítico 14
2.2.1.2 Granitos Sin- a Tarditectônicos 20
2.2.1.2.1 Leucogranito Carlos Chagas 20
2.2.1.2.2 Enderbito Mangalô 26
2.2.1.2.3 Granito Pedra do Sino 27
2.2.1.2.4 Granito Nanuque 31
2.2.1.2.5 Granito Wolff 34
2.2.1.2.6 Granito Ataléia 35
2.2.2 Granitos Pós-Tectônicos 35
2.2.2.1 Allanita Granito 35
2.2.3 Diques Básicos 38
2.2.4 Coberturas Detrito-Lateríticas 38
2.2.5 Aluvião 38
3 GEOLOGIA ESTRUTURAL 39
4 RECURSOS MINERAIS 42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 43
5.1 Conclusões 43
5.2 Recomendações 44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45

APÊNDICES 47
1 Súmula dos Dados Físicos de Produção 48
2 Coordenadas das Amostras Plotadas nos Diagramas QAP 49
3 Localização e Articulação das Folhas do Projeto Leste - Etapa I com as Respectivas Autorias 50
4 Documentação e Volumes Publicados do Projeto Leste Disponíveis para Consulta e Aquisição por Compra... 51
5 Ilustrações Fotográficas 52
ANEXO
Carta Geológica da Folha Águas Formosas – Escala 1:100.000

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico e Método de Trabalho

O Projeto Leste-MG insere-se na Província Pegmatítica Oriental, que se estende do norte do Estado do Rio de Janeiro ao sul da Bahia. Atende à solicitação do setor mineral, em especial do segmento de gemas e jóias, e às recomendações contidas no Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral (DNPM, 1994). Atende também à Gems Exporter Association – GEA, que pede a aplicação de recursos em Levantamento Geológico Básico e no Cadastramento e Estudo de Detalhe dos Pegmatitos, "de forma a servir de base para futuros trabalhos de pesquisa e lavra mineral" (GROS, 1993). Na mesma linha de pensamento, SCLIAR (1996) afirma que "iniciativas como a do mapeamento geológico da região leste do Estado de Minas Gerais (Projeto Leste).... são o caminho para garantir e efetivar o gerenciamento territorial do país, oferecendo à sociedade o conhecimento de suas riquezas minerais".

Surgiu do interesse mútuo entre a CPRM – Serviço Geológico do Brasil e a Secretaria de Estado de Minas e Energia – SEME, do Governo de Minas Gerais. O convênio entre a SEME e a CPRM foi assinado em 03 de agosto de 1995, contando a partir de 23 de maio de 1997 com a adesão da Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG.

O projeto tem por objetivo a cartografia geológica na escala 1:100.000 e o cadastramento dos recursos minerais da região leste de Minas Gerais, entre a serra do Espinhaço e a divisa com os estados da Bahia e Espírito Santo, com uma área de aproximadamente 75.000km^2. Abrange cerca de 15% do território mineiro, beneficiando mais de 120 municípios. Compreende aproximadamente 25 folhas na escala 1:100.000 (FIG. 1.1). Os recursos minerais relacionados a pegmatitos estão sendo alvo de uma abordagem em relatório específico.

O projeto está sendo executado pela CPRM, Diretoria de Geologia e Recursos Minerais, através da Gerência de Geologia e Recursos Minerais da Superintendência Regional de Belo Horizonte. Contou com a participação da Superintendência Regional de Salvador na execução das folhas Novo Cruzeiro e Padre Paraíso. Nesta primeira fase, a equipe esteve estruturada com um coordenador regional, um supervisor e um geólogo por folha, além de profissionais de apoio técnico, operacional e administrativo.

Os custos são compartilhados, cabendo à CPRM as despesas com os salários da equipe pertencente ao seu quadro de pessoal e à SEME/COMIG, os custos variáveis.

Adotou-se a metodologia estabelecida para os projetos do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, executado pela CPRM desde 1985. Por uma questão operacional, o projeto foi dividido em dois blocos, o do norte com doze folhas e o do sul com treze folhas, chamados, respectivamente, Teófilo Otoni e Governador Valadares (FIG. 1.1). Os trabalhos foram divididos em duas fases, cabendo a essa primeira, seis folhas de cada bloco, como relacionadas:

Bloco Teófilo Otoni
Folha Novo Cruzeiro
Folha Padre Paraíso
Folha Águas Formosas
Folha Teófilo Otoni
Folha Mucuri
Folha Carlos Chagas

Bloco Governador Valadares
Folha Santa Maria do Suaçuí
Folha Itambacuri
Folha Ataléia
Folha Marilac
Folha Governador Valadares
Folha Itabirinha de Mantena

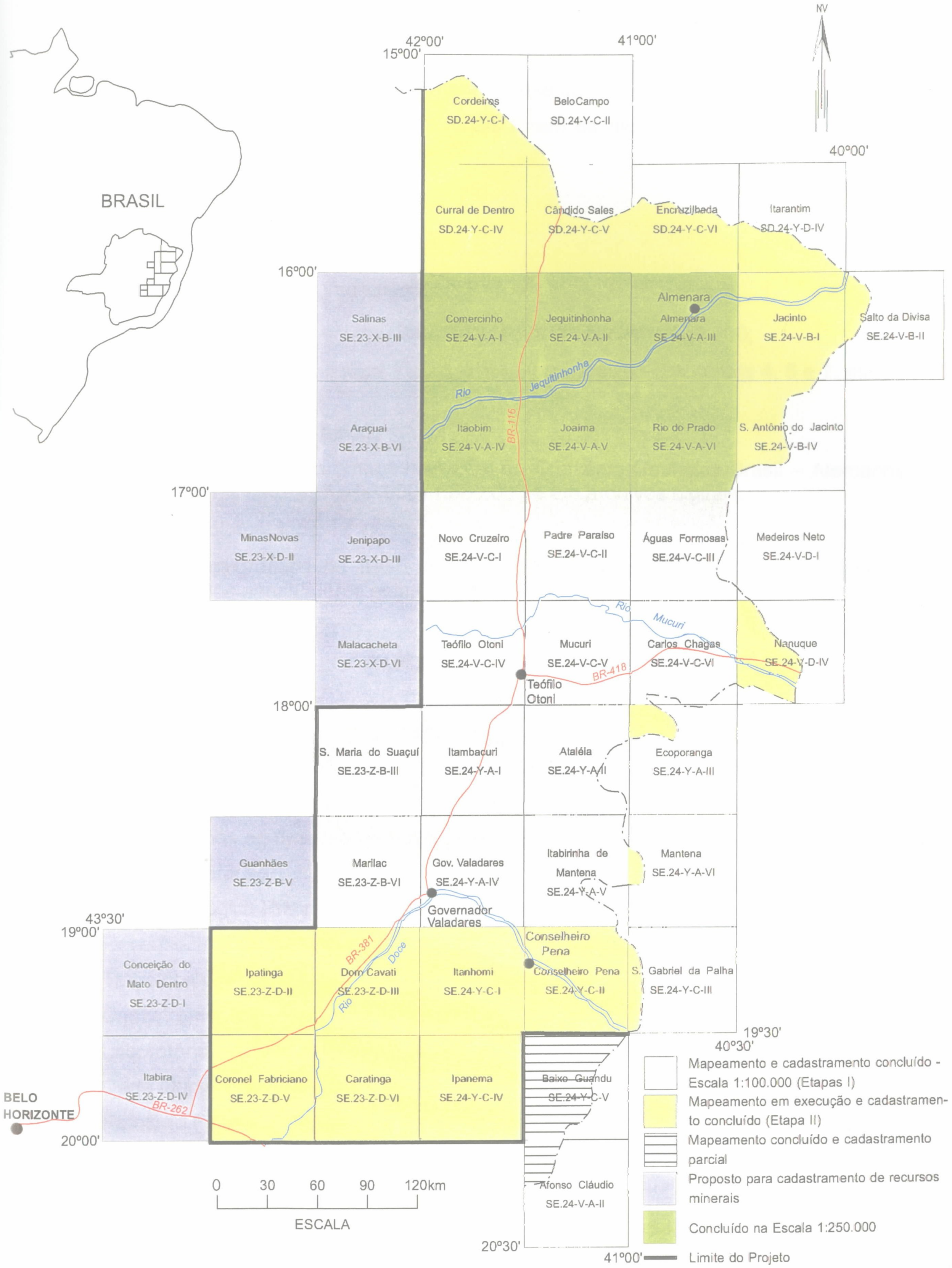


Figura1.1-Mapa de localizaçao e articulação das folhas

Este relatório trata dos trabalhos da primeira fase da Folha Águas Formosas.

Os procedimentos técnicos e operacionais foram os mesmos para todas as folhas, conforme indicados a seguir:

– Documentação Básica:

- fotografias aéreas nas escalas

  1:100.000 (FAB - IBGE) 1974/75

  1:108.000 (Geofoto S.A) 1974/75
- imagens do satélite Landsat TM, pancromáticas, escala 1:100.000;
- imagens do satélite Landsat TM, coloridas, composição dos canais 4, 5 e 7, escala 1:100.000;
- imagens de radar na escala 1:100.000;
- mapas geofísicos (aeromagnetometria) do Convênio Geofísico Brasil – Alemanha (CGBA), nas escalas 1:100.000, 1:500.000 e em arquivos digitais;
- mapas radiométricos;
- mapas topográficos do IBGE ou SUDENE, na escala 1:100.000, em papel e digitalizados parcialmente pela CPRM.

– Compilação Bibliográfica:

- Projeto Jequitinhonha: DNPM/CPRM (FONTES, *et al.*, 1978);
- relatórios e mapas do Projeto Espinhaço (GROSSI-SAD, *et al.*, 1997);
- bases de dados da CPRM (AFLO – afloramentos, PETR – petrografia, META – ocorrências minerais, CRON – geocronologia);
- relatórios técnicos diversos;
- dissertações de mestrado e teses de doutorado.

– Fotointerpretação

– Carta Geológica Preliminar

– Reconhecimento Geológico

– Trabalhos de Campo

– Cadastramento de Recursos Minerais

– Laboratório

– Carta Geológica Final

– Relatório Final

Atuou como consultor o Dr. Augusto José Pedreira (sedimentologia) integrante da equipe da Divisão de Geologia Básica – DIGEOB, do Departamento de Geologia – DEGEO da CPRM.

1.2 Localização e Acesso

A área compreendida pela Folha Águas Formosas está limitada pelas coordenadas 17°00' e 17°30' de latitude sul e 40°30' e 41°00' de longitude oeste de Greenwich, ocupando uma superfície aproximada de 3.000Km^2. Corresponde à folha topográfica

Águas Formosas (SE.24-V-III), de 30 por 30 minutos na escala 1:100.000, na porção leste do Estado de Minas Gerais (FIG. 1.1).

Dentro dos limites da folha encontram-se as sedes dos municípios de Águas Formosas, Machacalis, Bertópolis, Crisólita, Umburatiba e Pavão, além de áreas pertencentes ao município de Carlos Chagas e Santa Helena de Minas.

Os principais acessos à área são feitos pela BR-116, através de estradas estaduais que ligam a esta, tais como MG-409 e MG-105.

1.3 Aspectos Socioeconômicos

A região leste do Estado de Minas Gerais, onde se insere o Projeto Leste, abrange os territórios de 125 municípios, congregando uma população de aproximadamente 2,1 milhões de habitantes, segundo o censo demográfico do IBGE (1991), distribuída nas macrorregiões de planejamento IX (Jequitinhonha/Mucuri) e X (Rio Doce), conforme definidas pela SEPLAN/MG (1994) (FIG. 1.2). A área da Folha Águas Formosas situa-se na macrorregião IX.

No período de 1980-1991, a população rural dessa região decresceu a uma taxa anual de 1% e a urbana expandiu-se em 2,4%. A região formada pelos vales do Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus é considerada pela UNESCO como uma das mais pobres do mundo, com alarmantes índices de analfabetismo e miséria.

A macrorregião X é mais desenvolvida, com a produção industrial mais bem estruturada no Vale do Aço e em Governador Valadares, contribuindo com 9,1% da arrecadação do ICMS estadual em 1991, ocupando o 4° lugar no Estado, contra apenas 0,8% da macrorregião IX, penúltima na arrecadação geral (dados de 1985, SEPLAN/MG, 1994). A produção industrial, relativa ao Estado atingiu na rubrica produto 0,5% na macrorregião IX e 19,7% no Vale do Aço, macrorregião X, sendo que no restante dessa macrorregião a produção também é baixa.

A macrorregião IX é importadora de alimentos, tendo como principal cultura a mandioca, com 32,5% da área colhida do Estado em 1991. Já a macrorregião X é produtora de arroz, com 55% da área colhida do Estado, e de milho, feijão e café ocupando a 4ª posição no Estado.

Dados de 1989 (SEPLAN/MG, 1994) indicavam para as duas macrorregiões um rebanho bovino de 3,5 milhões de animais, com a IX ocupando o 5° lugar no Estado.

O consumo de energia elétrica em 1991, em relação ao consumo estadual, foi de 0,81% na macrorregião IX e de 8,3% na X.

O ensino é deficiente em ambas as regiões, sendo que na IX, mais da metade da população é analfabeta. As escolas estaduais concentram-se principalmente nas zonas urbanas. As zonas rurais são atendidas pelas redes municipais de ensino. Escolas particulares só existem nas zonas urbanas das grandes cidades, como Teófilo Otoni e Governador Valadares. Escolas técnicas e/ou profissionalizantes são raras (SEPLAN/MG,1994).

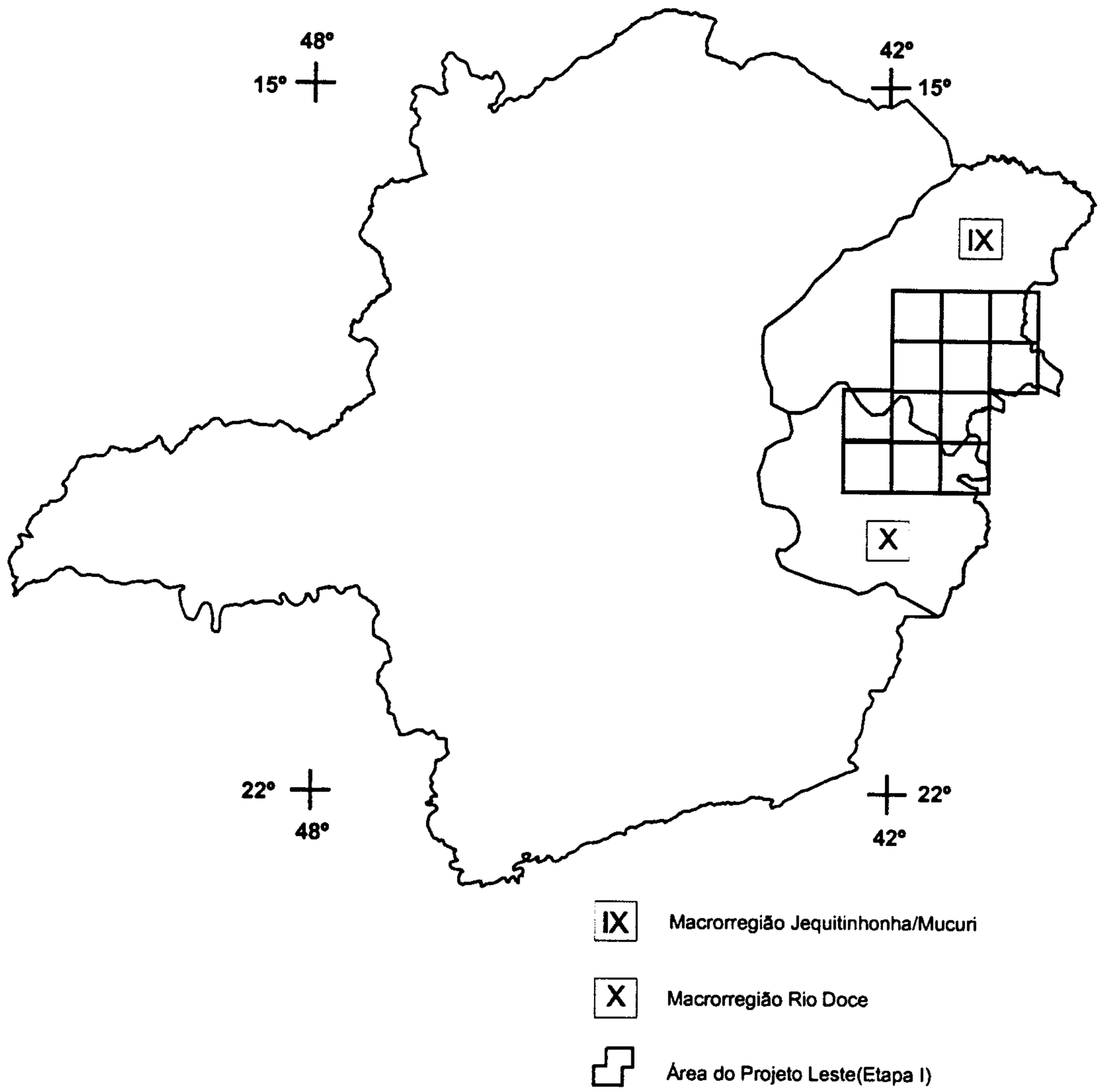


FIGURA 1.2 Macrorregiões de Planejamento do Estado de Minas Gerais (SEPLAN, 1994), onde insere-se a área do Projeto Leste (Etapa I)

A questão da saúde e do saneamento básico é mais grave ainda. As redes de atendimento público são insuficientes em quantidade e em qualidade. O saneamento básico deficiente tem reflexos diretos na saúde da população. Existe escassez de redes de água e até falta total de redes de esgoto na maioria dos municípios da macrorregião IX, sendo Teófilo Otoni, mesmo com suas carências, uma exceção. Dos oitenta e quatro municípios da macrorregião X, apenas quarenta e um eram atendidos pela COPASA e sete pela Fundação Nacional de Saúde – FNS, conforme dados da SEPLAN/MG (1994).

Durante a II Semana Interamericana da Água, realizada em outubro de 1996 na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, o governador do Estado reconheceu que a situação dos recursos hídricos de Minas era preocupante e precisava ser controlada. Destacou que uma das piores situações estava na bacia dc Jequitinhonha. Para tentar solucionar os problemas, o governo estadual lançou o Programa de Saneamento Ambiental, Organização e Modernização dos Municípios de Minas (SOMMA) que prevê a implantação de sistemas de tratamento de esgotos nas cidades mais carentes do Estado, contemplando inicialmente os municípios do Jequitinhonha, Mucuri e norte de Minas. Estava também em estudo um anteprojeto de lei que instituía o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o período 1996-98, prevendo a implantação de planos diretores de bacias, contemplando, dentre outras, as bacias do Jequitinhonha, Mucuri, São Mateus e Doce. Como parte do Programa Estadual de Saneamento Ambiental, o Projeto Mãe D'Água destacou, como problemas críticos no Vale do Rio Doce, os processos erosivos acelerados, vertentes degradadas, baixo índice de matas ciliares, mineração sem proteção ambiental e esgotos domésticos e industriais.

A malha rodoviária em 1994 era considerada precária na macrorregião IX e satisfatória na X, sendo Governador Valadares um importante tronco rodo-ferroviário.

É interessante destacar que as estatísticas oficiais não contemplam a atividade mineral como fator significativo da renda regional. Entretanto, GROS (1993) informa que "aproximadamente 45% da população da região (nordeste de Minas Gerais) depende quase exclusivamente da atividade mineral ou da lapidação". Alguns dados apresentados por Quaresma (1993) merecem reflexão e mostram o peso do setor mineral na alavancagem do desenvolvimento regional. O Valor da Produção Mineral (VPM) de Minas Gerais em 1990 foi avaliado em 2,4 bilhões de dólares, correspondendo a 30% do VPM brasileiro, excluídos os energéticos, demonstrando claramente o peso da mineração em Minas Gerais. Ferro, calcário, ouro, zinco, fosfato, bauxita e água mineral representam 85% do valor da produção, alguns contribuindo significativamente na carteira de exportações, como o minério de ferro. O valor FOB (*Free on Board*) das exportações de produtos minerais de Minas situou-se em 1990 em 3 bilhões de dólares, representando 60% do valor das exportações do Estado, com as gemas ocupando papel de destaque na pauta dos bens minerais primários. Minas Gerais contribuiu em 1990 com 12% do valor FOB das exportações brasileiras, participando com 5 bilhões de dólares e, em 1992, teve um Produto Interno Bruto (PIB) estimado em 10% do PIB nacional. O Valor da Produção Mineral (VPM) de Minas Gerais corresponde a 4% do Valor Bruto da Produção (VBP) estadual. Esse percentual, aparentemente baixo, deve ser analisado não como um número absoluto, mas como um fator de geração de receita na indústria de transformação de bens primários. QUARESMA (1993) destaca que a mineração estadual gera um fator monetário multiplicador na razão de 1:13, ou seja, para cada unidade monetária produzida na mineração, outras treze são geradas na indústria de transformação, com uma proporção de empregos na faixa de 1:5, na mesma ordem. Esses números, por si só, são suficientes para demonstrar a importância do setor

mineral como gerador de receita e empregador de mão-de-obra, principalmente em uma região carente como o leste de Minas.

O diagnóstico apresentado por GROS (1993) destaca como aspectos básicos do setor de gemas e jóias a dificuldade com mão-de-obra qualificada, aliada à alta rotatividade, com total falta de treinamento comercial, técnico e gerencial. O SEBRAE/MG (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais), através das regionais de Teófilo Otoni e Governador Valadares, tem se dedicado à questão, apoiando a elaboração de projetos que visem o desenvolvimento do setor.

As condições ambientais, a industrialização acelerada e o crescimento econômico têm forte influência sobre a qualidade de vida das populações. Um crescimento acelerado, sem a devida preocupação com a cultura regional e com o homem, pode levar a resultados desastrosos, afetando em maior grau as classes menos favorecidas. Uma política de desenvolvimento deverá priorizar o homem, na busca de uma melhor qualidade de vida. Segundo REZENDE *et al.* (1991) "desenvolvimento é o processo pelo qual uma população aumenta a produção de alimentos, de bens e serviços, elevando, assim, o seu padrão de vida e o bem-estar geral", entendendo "qualidade de vida como todo bem-estar produzido por elementos sociais, econômicos, culturais, ambientais, religiosos, políticos, etc., que configuram não apenas as dimensões do ter, mas também do ser, do viver em condições de produzir, de gerir e usufruir bens e serviços necessários e disponíveis na sociedade".

O Projeto Leste tem a preocupação com o social ao gerar informações geológicas básicas que permitam o desenvolvimento social e econômico regional, criando condições para a fixação do homem à terra, evitando o êxodo rural e o favelamento nos centros urbanos, presente até mesmo na periferia das pequenas cidades dessa região.

1.4 Clima, Fisiografia e Geomorfologia

O trabalho de FREITAS & PEREIRA (1987), apresenta um relato sobre o clima da porção leste de Minas Gerais. O clima dessa região caracteriza-se por médias térmicas anuais superiores a 21°C. No mês mais quente, as temperaturas alcançam médias superiores a 26°C, porém em alguns sítios são observadas temperaturas mais baixas, embora a altitude de modo geral não ultrapasse 900 m.

A precipitação pluviométrica média anual vai decrescendo de leste para oeste. Em quase toda a área o mês mais frio é junho e o mais quente é fevereiro. O período mais seco coincide com os meses de inverno, e o período mais chuvoso, com o final da primavera e início do verão.

A distribuição anual de chuvas atinge índices de 1200mm na extremidade SE da área e vai diminuindo para índices de 800mm na borda NW. Esta desigual distribuição determina características tropicais máximas no verão e mínimas no inverno, onde a época da seca, em quase toda a região, envolve o trimestre junho, julho e agosto. A época mais chuvosa engloba sistematicamente os meses de novembro, dezembro e janeiro. Raras vezes, em determinadas áreas, as chuvas iniciam em outubro e prolongam-se até dezembro. Nestes meses mais chuvosos, a região recebe mais de 50% das precipitações pluviométricas ocorridas durante o ano.

Os principais tipos de solo ocorrentes na área do Projeto Leste são relatados no trabalho de SANTOS *et al.* (1987), constitui um levantamento de cunho regional mas que abrange grande parte da área do projeto.

Segundo o mapa apresentado por esses autores, verifica-se que o latossolo amarelo ocupa parte das folhas Águas Formosas, Carlos Chagas, Ataléia e Itabirinha de

Mantena. Possui cores amareladas (bruno-amarelado, vermelho-amarelado e bruno-forte).

Esses solos desenvolvem-se nas áreas de domínio das rochas graníticas. Apresentam estrutura geralmente em blocos fracamente desenvolvidos, consistência, quando secos, muito dura ou ligeiramente dura, e, quando úmidos, friável ou firme. Possuem densidade aparente relativamente alta e porosidade total relativamente baixa, com predominância das texturas argilosas e muito argilosas. Ocorrem em área de relevo plano e ondulado.

O relevo dominante varia de suave ondulado a escarpado havendo o predomínio de relevos ondulados e forte ondulado. São utilizados como pastagens sendo que o cultivo agrícola fica limitado ao relevo e possuem uma baixa fertilidade (solos álicos e distróficos) e podem apresentar altos teores em cascalho.

A cobertura vegetal da área do projeto é muito bem relatada por JORDY FILHO (1987). Pelo trabalho apresentado, toda a área está incluída na Região de Floresta Estacional Semidecidual. A Região Estacional está ligada ao clima de duas estações, sendo uma chuvosa e outra seca. Nesse caso verifica-se que há uma deficiência hídrica da vegetação que tem que se adaptar a esse regime. Toda a área de abrangência dessa unidade é caracterizada por um período seco de 90 a 120 dias em todas as áreas dissecadas do Pré-Cambriano.

Constitui uma vegetação desenvolvida em áreas dissecadas onde há um domínio de solo podzólico vermelho-amarelo e, subordinadamente, latossolo vermelho-amarelo. O primeiro tipo de solo possui grande capacidade de retenção de água o que permite a convivência com um período maior de estiagem.

A Floresta Semidecidual ocupava cerca de 45% de toda a região leste de Minas Gerais, e foi quase totalmente destruída devido a ação antrópica.

Remanescente dessa floresta são observados somente em pequenos sítios geralmente localizados em área de difícil acesso. Nesses locais é possível verificar que há um *déficit* hídrico anual muito expressivo no solo. Nesse caso, as plantas começam a apresentar cascas corticosas. Essas plantas perdem as suas folhas nas épocas de pouca precipitação pluviométrica. Por outro lado, verifica-se um maior desenvolvimento da submata que se apresenta mais densa e nota-se o crescimento do número de plantas epifíticas. Nas áreas ocupadas pela pecuária, a mata natural foi totalmente destruída e raros são os locais onde se observam algum remanescente. Torna-se interessante notar que nas encostas íngremes a vegetação original foi também totalmente destruída. Poucas áreas são usadas para o cultivo e situam-se nos vales e pequenas depressões onde há maior concentração de umidade. Em toda área do Projeto Leste a vegetação natural limita-se a pequenos capões de mata e algumas matas ciliares ao longo do rio Pampã.

A área do Projeto Leste apresenta quatro feições morfológicas bem distintas:

1) Unidade Dissecada do Rio Doce:

2) Zona Aplainada Nova Módica–Teófilo Otoni;

3) Formas Dissecadas do Rio Mucuri;

4) Superfície Terciária com Retrabalhamento no Ciclo Velhas.

A presente folha encontra-se inserida na terceira feição morfológica com maior expressão nas folhas Carlos Chagas, Águas Formosas e parte das folhas Mucuri e Ataléia. Trata-se de área de intensa denudação provocada pelos rios Mucuri e Pampã. Essa unidade morfológica faz parte de uma área maior descrita no Projeto

RADAMBRASIL (SANTOS *et al.*, 1987) como pertencente à depressão marginal. São as impressões deixadas pela regressão da Formação Barreiras e a conseqüente exumação de litótipos de granitos e gnaisses associados. Os remanescentes da Formação Barreiras constituem a chapada do Pampã a norte da cidade de Carlos Chagas. Estas áreas de chapadas formam um domínio aplainado com cotas que variam em torno de 450m, onde se verifica uma expressiva cobertura de solo e desenvolvimento de uma vegetação que varia de caatinga grossa a cerrado.

As drenagens são do tipo arborescente, com o ramo principal alongado, de fundo chato e com intermitente circulação superficial. Para oeste o processo é interrompido e as barreiras graníticas impedem a evolução da paisagem dissecada. No caso em apreço, o nível freático encontra-se quase sempre rebaixado, ficando a cobertura com um mínimo de água necessário ao desenvolvimento da vegetação. Os cursos d'água são de pequeno porte e intermitentes e, assim, as áreas, embora planas e de solo fértil, tornam-se impróprias para o desenvolvimento de uma cultura racional. Essas coberturas residuais estão passando por um intenso processo de denudação onde a rede fluvial desempenha um papel na regressão das coberturas terciárias. Nos demais setores, que já sofreram o processo de degradação das coberturas, verifica-se que as cotas oscilam em torno de 230 a 450m, havendo sempre um ligeiro declive para leste. Nesse caso não se observam variações locais muito expressivas, havendo um abaulamento das feições superficiais não só pela presença de rochas graníticas dominantes, mas também pelo sistema erosivo implantado.

A destruição das matas nativas vem acelerando o processo de degradação e provocando a desertificação de ampla região. Nota-se que os principais cursos d'água, como o Pampã e o Mucuri, vêm passando por um processo bastante intenso de assoreamento, fruto da erosão que vem se processando.

Ao longo deste domínio não se verifica a presença de grandes desnivelamentos, tratando-se de uma região aplainada com alguns pontões isolados que vêm resistindo à ação intempérica. Uma área típica deste modelado pode ser visualizada ao longo do perfil Águas Formosas – Machacalis – Bertópolis onde as variações altimétricas oscilam entre 350 a 400m, produzindo uma topografia suave mas com um ligeiro caimento para leste.

2 GEOLOGIA

2.1 Contexto Geológico Regional

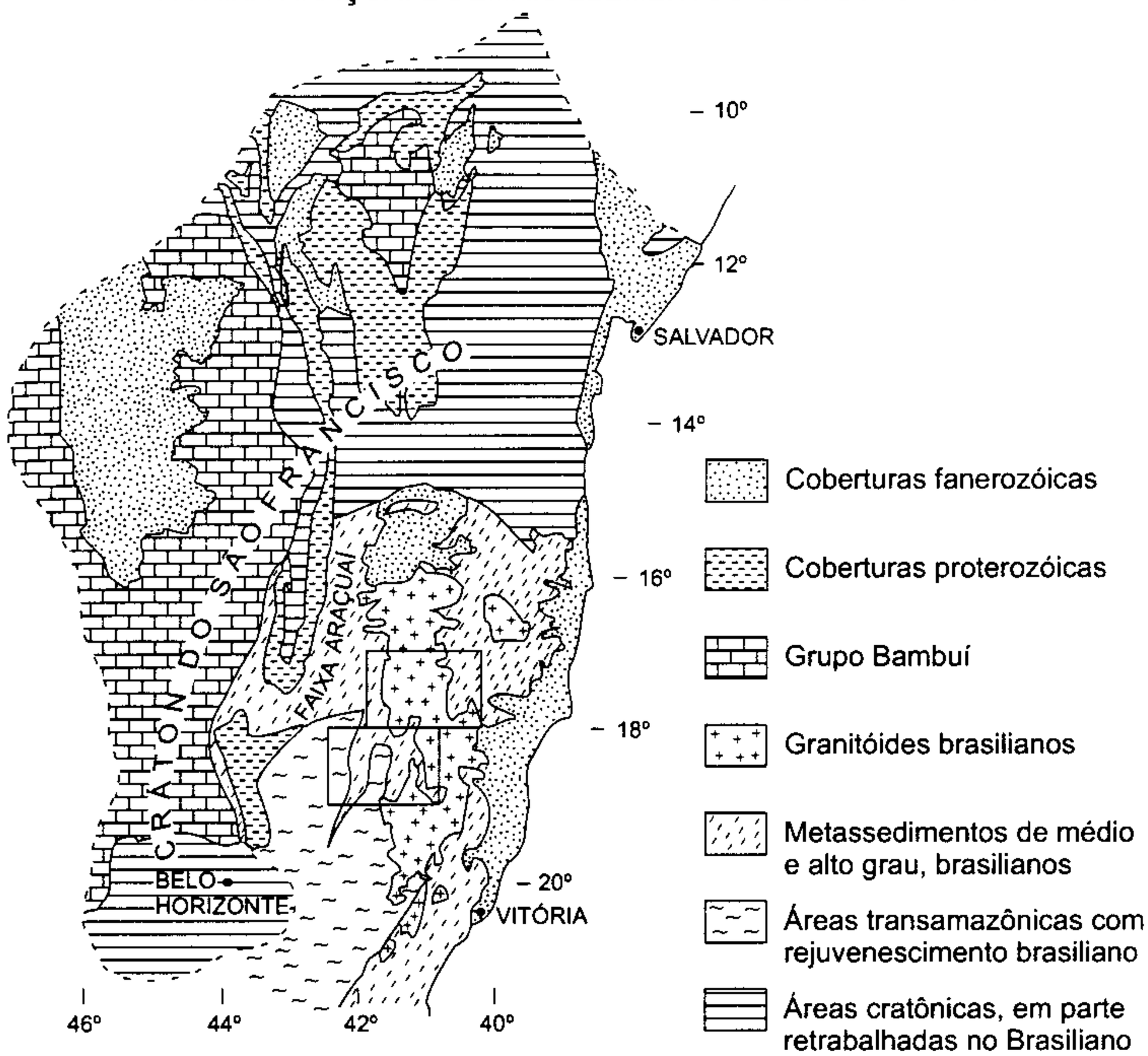
A área deste projeto abrange a região leste do Estado de Minas Gerais (FIG. 2.1) e compreende parte das Províncias (Estruturais/Geotectônicas) Mantiqueira e São Francisco (ALMEIDA, 1977; 1981; ALMEIDA & HASUI, 1984; PADILHA *et al.*, 1991). As idades dessas províncias remontam ao Arqueano (idades U-Pb entre 3130±8Ma) com retrabalhamento e geração de crosta no Transamazônico (2200-1800Ma) e Brasiliano (700-450Ma) (CUNNINGHAM *et al.*, 1996; MACHADO *et al.*, 1996; SÖLLNER *et al.*, 1991).

Existe uma certa confusão na literatura quanto à subdivisão da Província Geotectônica Mantiqueira em cinturões orogênicos brasilianos. Os limites geológicos (litológicos, estruturais, tectônicos, magmatismo associado, metamorfismo) e geográficos suscitam dúvidas, variando segundo o entendimento e preferência de cada autor. De uma maneira geral, admite-se que essa província se estende desde o sul da Bahia ao Rio Grande do Sul, numa extensão superior a 2000km, bordejando a Província (Cráton) São Francisco pelo leste e sul, sendo recoberta pela Bacia do Paraná (fanerozóica) na porção meridional. É subdividida em Cinturão (ou Faixa) Araçuaí (ALMEIDA, 1977), Cinturão Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973), Cinturão Móvel Costeiro (MASCARENHAS, 1979) e Cinturão Atlântico (LEONARDOS & FYFE, 1974). Esses dois últimos ocupam aproximadamente o mesmo território, incluindo rochas metamórficas de alto grau situadas entre o vale do rio Doce e o litoral (CUNNINGHAM *et al.*, 1996).

O Cinturão Araçuaí ocupa o setor setentrional da Província Mantiqueira, entre a Província São Francisco e o Cinturão Atlântico, incluindo a faixa de dobramentos e empurrões da serra do Espinhaço. Segundo Almeida *et al.* (1973), o Cinturão Ribeira ocorre desde o sul da Bahia até o Paraná, em uma extensão aproximada de 1500km, sendo a principal unidade tectônica da Província Mantiqueira. Entretanto, CUNNINGHAM *et al.* (1996) não fazem referência ao Cinturão Ribeira como uma unidade tectônica presente ao norte do paralelo 20°S. Esses autores estendem o Cinturão Araçuaí até o limite sul da Província São Francisco e mantêm individualizado o Cinturão Atlântico. Assim, na porção setentrional da Província Mantiqueira, o Cinturão Ribeira se confunde no todo com o Cinturão Atlântico e, em grande parte, com o Cinturão Araçuaí. Segundo diversos autores citados em CUNNINGHAM *et al.* (1996), o Cinturão Araçuaí é uma bacia do tipo *rift* ensiálico, mesoproterozóica, invertida e *overthrusted*, preenchida com unidades mesoproterozóicas do Supergrupo Espinhaço e unidades neoproterozóicas do Supergrupo São Francisco. Entretanto, PEDROSA SOARES *et al.* (1992a,b) mostram evidências de espalhamento de fundo oceânico com geração de crosta oceânica em torno de 800 Ma, relacionada à abertura do "*rift* Araçuaí". No Cinturão Atlântico, estão as rochas metamórficas de alto grau. Nota-se a fragilidade do limite entre esses dois cinturões, que estaria marcado por diferenças no ambiente de deposição e no grau metamórfico (xisto verde a anfibolito no Cinturão Araçuaí) e por uma distribuição geográfica, vale do rio Doce para leste (Cinturão Atlântico), sem um significado prático em trabalhos de campo.

A área em estudo está situada a leste da serra do Espinhaço, nos vales dos rios Jequitinhonha, Mucuri e Doce, em domínios dos Cinturões Araçuaí e Atlântico, como definidos geograficamente, ou englobando a porção norte do Cinturão Ribeira, de ALMEIDA *et al.* (1973).

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO LESTE-MG - ETAPA I EM RELAÇÃO À FAIXA ARAÇUAI E DEMAIS ELEMENTOS GEOTECTÔNICOS



Modificado de ALMEIDA *et al.* (1978), SCHOBBENHAUS *et al.* (1984), DELGADO & PEDREIRA (1995).

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA EM RELAÇÃO AOS DOMÍNIOS TECTÔNICOS DEFINIDOS NO PROJETO LESTE - MG - ETAPA I

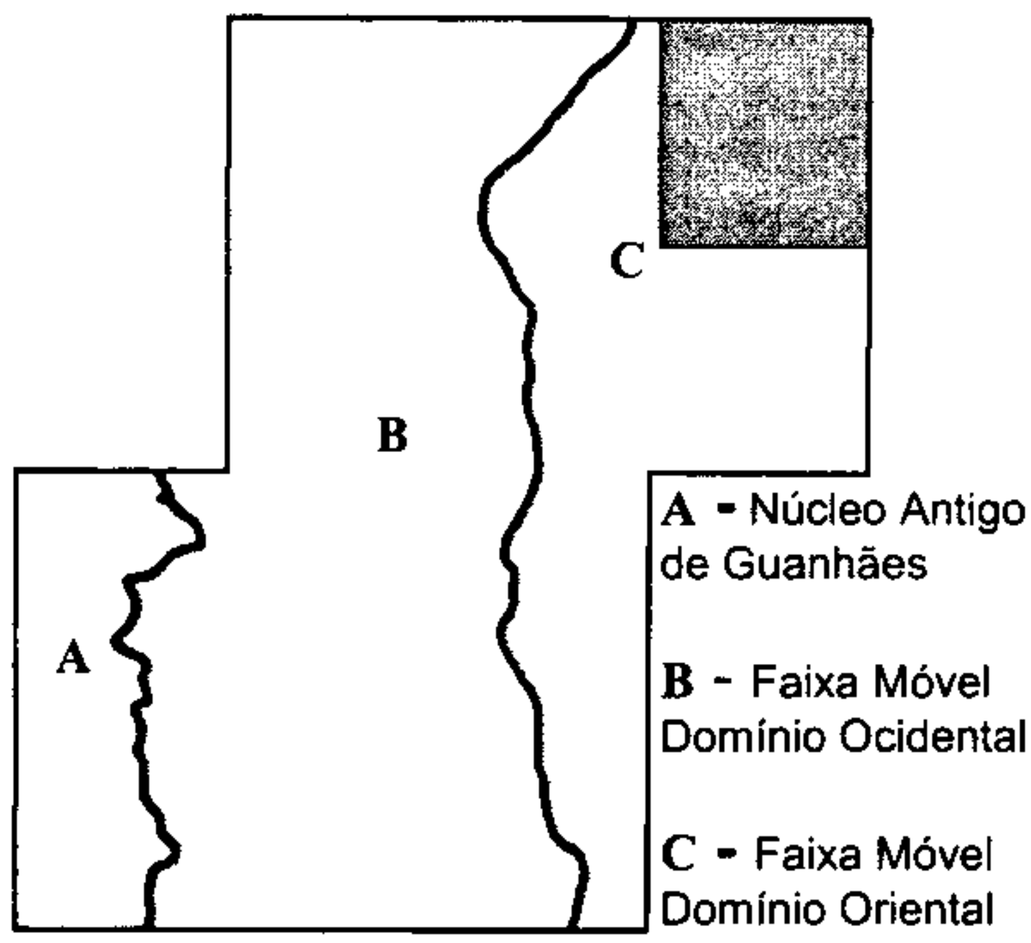


FIGURA 2.1 Províncias estruturais e geotectônicas

Devido à controvérsia quanto à denominação e à delimitação dos cinturões móveis, optou-se, nesta fase de trabalho, por uma divisão em domínios tectônicos genéricos, sem contudo associá-los diretamente às compartimentações geotectônicas estabelecidas pelos autores citados, o que poderá ser efetuado em trabalhos futuros.

Dois domínios tectônicos principais foram discriminados: um domínio cratônico pré-Brasiliano (Núcleo Antigo Retrabalhado de Guanhães) e outro domínio designado genericamente de Faixa Móvel (*sensu* KRÖNER, 1977) com um subdomínio ocidental e outro oriental. Importantes falhas de empurrão separam esses domínios que mostram aspectos estruturais, metamórficos, litológicos e magmáticos distintos. Essas falhas têm orientação geral meridiana, interligadas por cisalhamento transcorrente ou transpressivo (rampas laterais e oblíquas), aparentemente em regime progressivo durante a deformação principal.

O Núcleo Antigo de Guanhães, Arqueano, constituindo a borda leste do Cráton do São Francisco, está representado por gnaisses/TTG com rochas máficas e ultramáficas associadas (Complexo Basal), seqüências vulcano-sedimentares (Grupo Guanhães: metaultramáfica, anfibolito, formação ferrífera bandada, grafita xisto, mica xistos, quartzito, gondito, rocha calcissilicática, pelo menos em parte representando os cinturões de rochas verdes do Serro, Morro do Pilar e rio Guanhães) e granitóides alcalinos (Suíte Intrusiva Borrachudos: Granito Açucena). Em áreas restritas, ocorre eclogito.

No Paleoproterozóico, desenvolveu-se uma sedimentação ferruginosa relacionada às seqüências ferríferas do Supergrupo Minas, que pode ser observada nas adjacências da cidade de Guanhães. Paralelamente, ainda neste período, foi imposta a faixa móvel que bordeja a margem leste do Cráton do São Francisco, amplamente afetada pela tectônica transamazônica, onde se situa o Complexo Mantiqueira, constituído de ortognaisses milonitizados e subordinadamente metassedimentos na fácies anfibolito alto. Com a instalação do processo de rifteamento no Período Estateriano (1,75Ga), formou-se, na base da crosta, a granitogênese peraluminosa de província alcalina (Suíte Intrusiva Borrachudos), enquanto em superfície ocorriam derrames riolíticos continentais, identificados desde Conceição do Mato Dentro até além da cidade de Mato Verde, já nos limites com o Estado da Bahia, demarcando os primórdios da abertura do *rift* Espinhaço.

No Domínio Ocidental da faixa móvel proterozóica, registra-se: a) uma ampla sedimentação de ambiência marinha, representada por xistos e gnaisses peraluminosos (com estaurolita, sillimanita, cordierita e granada em quantidades variadas, de ausentes a abundantes) em parte migmatizados, quartzito, rocha calcissilicática e mármore (grupos Rio Doce e Macaúbas, correlatos); b) gnaisses metaluminosos tipo TTG, com intercalações tectônicas de metassedimentos e anfibolitos e ocorrências restritas, mas de distribuição regional, de enderbito (Complexo Mantiqueira, similar ao Complexo Basal); c) granitos metaluminosos, em parte contaminados pelos metassedimentos encaixantes (Suíte Intrusiva Galiléia). A sedimentação Macaúbas/Rio Doce recobriu indiscriminadamente áreas do Cráton do São Francisco, Núcleo Antigo de Guanhães e embasamento gnáissico arqueano ou transamazônico a leste destes.

O Domínio Oriental da faixa móvel mostra gnaisses kinzigíticos da fácies anfibolito alto a granulito, quartzito e rocha calcissilicática (Complexo Gnáissico-Kinzigítico); granitos peraluminosos, em grande parte leucogranitos ricos em granada, sillimanita e/ou cordierita (leucogranitos Caraí, Faísca, Carlos Chagas e Wolff; granitos Nanuque, Ataléia e outros), gnaisses tonalíticos e enderbitos (Enderbito Mangalô).

No Neoproterozóico, ocorreu a intensa granitização reconhecida em toda a faixa móvel a leste do Cráton do São Francisco, resultando na formação de granitos pré-, sin- e tarditectônicos e, em muito menor quantidade, pós-tectônicos. No Domínio Ocidental da área mapeada, tal evento resultou na intrusão das rochas da Suíte Galiléia, encaixadas nas formações São Tomé e Tumiritinga (Grupo Rio Doce), com associações minerais indicativas da fácies anfibolito alto a granulito. Já na porção oriental, os metassedimentos estão francamente metamorfisados na fácies granulito, envolvidos em processos de migmatização por fusão (Complexo Gnáissico-kinzigítico) e gerando grande volume de granitos peraluminosos (Leucogranito Carlos Chagas; granitos Ataléia, Pedra do Sino, Nanuque e outros).

O limite entre os domínios Ocidental e Oriental da faixa móvel é marcado por zona de cisalhamento, registrada na carta como falha de empurrão, com movimento de massa do litoral para o interior, no sentido do Cráton do São Francisco. Esses movimentos compressionais levaram a imbricações tectônicas de seqüências do embasamento e de cobertura, envolvendo os níveis crustais médio a inferior de uma bacia meso a neoproterozóica, com o pico da deformação no Brasiliano (650-450Ma., CUNNINGHAM *et al.,* 1996). Tal limite marca tanto a descontinuidade metamórfica quanto o domínio de magmas peraluminosos na porção leste e de metaluminosos na porção oeste. Com os movimentos tectônicos do Brasiliano, toda essa pilha sedimentar, juntamente com o seu substrato, foi cavalgada em cima do Núcleo de Guanhães, através de falhamentos que resultaram numa intensa milonitização, evidenciada inclusive no Granito Açucena. A partir do paralelo 17°30' para norte, o limite entre os domínios Ocidental e Oriental da faixa móvel se perde e passou a ser totalmente interpretado com base nas associações litológico-metamórficas; não se identificou gnaisse kinzigítico no Domínio Ocidental, abundante em associação com leucogranitos granadíferos no Domínio Oriental. Ainda não está bem compreendida a presença de leucogranitos (Itaipé, Caraí, Faísca) peraluminosos na porção norte do Domínio Ocidental, similares aos observados em todo o domínio oriental (Leucogranito Carlos Chagas).

Evidências de movimento transcorrente dextral foram observadas nas folhas Mucuri e Governador Valadares. Na Folha Águas Formosas (Domínio Oriental), foram caracterizadas falhas trancorrentes dextrais NE paralelas, associadas às maiores massas de gnaisses kinzigíticos. Uma importante estrutura de direção NE é ressaltada pelo vale do rio Itambacuri, com evidências de movimentos horizontais e oblíquos ao longo de sua extensão. Ao norte desta estrutura, está a maior concentração de pegmatitos em granito/charnockito porfiríticos, produtores de gemas. Pegmatitos produtores de gemas e peças de coleção são abundantes nos xistos (Formação São Tomé) da faixa móvel ocidental e raros na faixa móvel oriental.

Aproximadamente segundo o limite entre as faixas móveis ocidental e oriental, interpõe-se um batólito cálcio-alcalino porfirítico a ortoclásio (Suíte Intrusiva Aimorés, representada pelo Granito Caladão e pelo Charnockito Padre Paraíso), sugestivo de rápida ascensão crustal, sem uma interação com as encaixantes, mostrando contato brusco (intrusivo) e obliteração do limite entre esses dois domínios. O posicionamento desse batólito é tardi- a pós-tectônico (Brasiliano) e deve ter-se colocado durante uma fase de distensão crustal relacionada ao alívio dos esforços compressivos.

Granitos pós-tectônicos brasilianos posicionaram-se em vários locais da faixa móvel, geralmente na forma de diques ou em pequenos corpos, cortando qualquer unidade.

Uma tectônica rúptil afetou todas as unidades litológicas dos domínios referidos e, ao longo de algumas estruturas geradas nesse processo, colocaram-se diques básicos mesozóicos.

2.2 Estratigrafia

A coluna estratigráfica adotada para a Folha Águas Formosas pode ser observada no Quadro 2.1. Os intervalos geocronológicos foram adotados segundo a Instrução Técnica nº 07 do Manual Técnico do Departamento de Geologia – DEGEO (CPRM, 1996).

2.2.1 Faixa Móvel (Domínio Oriental)

2.2.1.1 Complexo Gnáissico-Kinzigítico

2.2.1.1.1 Gnaisse Kinzigítico

Esta unidade é a de maior extensão superficial ocorrente na área mapeada, apresentando-se de forma preponderante no flanco leste da mesma, onde ocupa de maneira contínua praticamente toda a metade oriental da Folha Águas Formosas. Ocorre ainda em áreas de dimensões pequenas a médias, discretas, irregulares e isoladas na metade ocidental da folha.

A grande área contínua oriental dispõe-se em uma faixa de direção nordeste/sudoeste, com largura ao redor de 20km, a qual provém da Folha Carlos Chagas ao sul, estende-se para a Folha Rio do Prado ao norte. No interior da faixa ocorrem intercalações de litologias pertencentes a outras unidades geológicas, de variadas dimensões. Na parte ocidental, a unidade expressa-se em corpos geralmente alongados de contornos irregulares, de 2 a 40km^2 de superfície, amoldados à estrutura regional.

Esta unidade corresponde a uma parte do desmembramento de entidade maior e geral denominada Complexo Gnáissico-Kinzigítico (FONTES *et al.*, 1978) (Projeto Jequitinhonha) e modificada para Complexo Juiz de Fora, no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (PEDROSA-SOARES *et al.*, 1994), e que absorve os mais representativos tipos litológicos, genericamente denominados migmatitos e gnaisses de composição kinzigítica.

No presente trabalho verificou-se que nessa entidade estão compreendidas variações litológicas em um amplo espectro. Constituem migmatitos que se apresentam desde tipos riquíssimos em uma fração de melanossoma gnáissico de cor cinza a negra, biotítico, percolado por leucossoma granítico em proporção restrita (<10%), até tipos granitóides praticamente homogêneos, que preservam muito pouco de fração mesossomática. Estes últimos, são de tonalidade levemente mais escura e por vezes quase indistinta, sob a forma de nebulitos altamente difusos.

Entre estes extremos existem todas as classes intermediárias determinadas pelas proporções relativas de melano/meso/leucossomas, as quais constituem um critério fundamental ao desmembramento do qual resultaram as unidades (Gnaisse Kinzigítico) e (Leucogranito Carlos Chagas).

Assim, os afloramentos onde exposições de migmatitos contendo maior proporção de melano a mesossoma gnáissico em relação ao leucossoma granítico foram definidos como pertencentes à unidade Gnaisse-Kinzigítico. Aqueles com proporções inversas, foram inseridos no Leucogranito Carlos Chagas.

FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	QHa Aluvião
		TERCIÁRIO	TQ Coberturas detrito-lateríticas
	65Ma		
	MESOZÓICO	JURÁSSICO/ CRETÁCEO	JKdb Diques básicos
	208Ma		
	PALEOZÓICO	CAMBRIANO	GRANITO PÓS-TECTÔNICO eεag Allanita granito
570Ma			
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZOICO	FAIXA MÓVEL	
		DOMÍNIO ORIENTAL	
		GRANITOS SIN- A TARDITECTÔNICOS	Ncc Leucogranito Carlos Chagas Nps Granito Pedra do Sino Nw Granito Wolff Nm Enderbito Mangal Nn Granito Nanuque Na Granito Ataléia
		COMPLEXO GNAISSICO KINZIGÍTICO	Nkz Gnaisse Kinzigítico
	1000Ma		

QUADRO 2.1 - Coluna litoestratigráfica da Folha Águas Formosas.

Estações com migmatitos contendo proporções aproximadamente equivalentes daqueles elementos foram ponderados com critérios auxiliares e atribuídas a uma ou outra unidade. Assim, a presença de intercalações de rocha calcissilicática e/ou de rocha quartzosa indica unidade kinzigítica e a ocorrência de gnaisse biotítico em lentes esfarrapadas algo difusas é sugestiva do Leucogranito Carlos Chagas. As passagens são transicionais, gradacionais, ou localmente bruscas (mais raras) entre as unidades aqui consideradas e é íntima a mistura entre as mesmas na distribuição em superfície.

Na folha mapeada a unidade kinzigítica desenvolve, especialmente na extensa faixa contínua da metade oriental, peculiar morfologia caracterizada por forma de relevo tipo chapada (*e.g.* Chapada do Pampã), onde a contínua superfície de aplainamento é retalhada pelas incisões abruptas a vertentes fortes da drenagem implantada.

Embora as chapadas (com as correspondentes coberturas detrito-lateríticas) sejam formadas sobre todas as litologias ocorrentes na folha, a maior extensão das mesmas está situada sobre os migmatitos e gnaisses kinzigíticos, a uma cota no geral entre 400-350m de altitude. Em conseqüência desta situação topográfica, os afloramentos da unidade restringem-se às drenagens e partes inferiores das encostas ainda que sob a forma de saprólito. Nos níveis mais elevados há desenvolvimento de solo muito espesso, que em geral não é característico de litologias particulares. À curta distância do substrato rochoso kinzigítico, o solo tenha uma textura homogênea mais argilosa e de tons avermelhados.

O elemento litológico padrão da unidade é um migmatito que reúne variedades petrográficas de composições mineralógicas próximas ou semelhantes, que diferem entre si na proporção dos componentes e/ou na estrutura e granulação das rochas, as quais são agrupadas em duas porções denominadas melano-mesossomáticas e leucossomáticas. Apenas em alguns afloramentos as rochas que definem essas porções são petrograficamente invariáveis e persistentes. Na ampla maioria, tais porções são formadas por conjunto de rochas que guardam entre si termos mais escuros a mais claros, de finos a pegmatóides, de orientados a isotrópicos e com incidência maior ou menor de minerais notáveis. Em geral destacam-se enclaves distintos de rochas calcissilicáticas, rochas quartzosas, biotita gnaisse e microgranito, de contatos abruptos e dimensões até métricas.

As porções escuras e claras comumente alternam-se em bandas decimétricas a centimétricas que podem gradar entre si com passagens por distâncias curtas ou longas (quando se define uma banda de composição intermediária) ou estar em contatos bruscos. Esse bandamento, regular ou irregular (mais freqüente) conforma estruturas estromáticas e dobradas, associadas com estictolítica, flebítica, *pinch-and-swell* e mais raramente em rede e *schlieren.* As estruturas mais móveis reflem os estágios de granitização mais avançados (FOTO 2.1). Em alguns locais a estrutura do migmatito difere das anteriores mencionadas, não havendo bandamento nítido nem alternância regular. Neste caso, as porções melano-mesossomáticas, pouco ou não foliadas são de formato e contornos irregulares, difusos a bruscos, como que manchadas por porções decimétricas a métricas de leucossoma branco ou creme, em bolsões dispersos, constituindo uma estrutura maculada. O bandamento é geralmente paralelo, retilíneo e persistente, com variações locais para conjuntos onde as bandas são acunhadas, anastomosadas, em formato aproximado de lentes extensas descontínuas, que podem compor suaves ondulações de amplitudes decimétricas (FOTO 2.2). Encontra-se também fortemente dobrado isoclinalmente em mesodobras com planos axiais paralelos à foliação regional, que chegam a exibir enclaves deformados de rocha gnáissica e/ou calcissilicática.

A rocha predominante na fração melanossomática é um biotita gnaisse cinza escuro a preto, de granulação fina a média, finamente foliado, com discretos porfiroblastos milimétricos de feldspato, pouca a rara granada de granulação fina em cristais isolados dispersos. Freqüentemente contém vênulas, filetes e pequenos "olhos" ou lentes centimétricas quartzo-feldspáticas cinza-esverdeadas, em geral concordantes ou conformando minúsculas dobras isoclinais. Esses filetes evoluem para dimensões maiores com espessuras centimétricas e passam a conter, nos termos mais fortemente granitizados, cristais milimétricos de granada avermelhada isolados ou em agregados arredondados de 1 a 2cm de diâmetro, por vezes também acompanhados por cordierita cinza-azulada. Esta pode formar ainda agregados irregulares centimétricos isolados puros ou com biotita e quartzo. As bordas destas venulações freqüentemente são assinaladas por lâminas biotíticas puras de espessura milimétrica e granulação média a grossa, as quais ocorrem também como delgadas intercalações acompanhando a foliação do gnaisse, a intervalos milimétricos a decimétricos, e conferem à rocha a alternância de cores cinza-escuro semi-opaco e preto brilhante que lhe é peculiar. Tanto nas bordas das venulações como nas lâminas biotíticas grossas, quanto disseminadas no corpo da rocha, ocorre sillimanita em cristais finos, fibrosos a aciculares, esbranquiçados, que podem estar associados à biotita, à granada ou ao quartzo. Em alguns afloramentos são encontrados palhetas submilimétricas de grafita disseminadas. As proporções relativas entre os minerais citados variam amplamente desde tipos praticamente só a quartzo, biotita, plagioclásio, microclina e rara granada fina dispersa (gnaisses finos a médios homogêneos) até aqueles com abundante granada média normalmente em agregados de diâmetro ao redor de 2cm, ricos em cordierita azulada em filetes, com sillimanita e grafita dispersas (kinzigitos). As porções migmatíticas escuras contêm ainda, com freqüência, intercalações de rochas calcissilicáticas, rochas quartzosas, biotita gnaisses e microgranitos, sob a forma de bandas contínuas regulares em alternância de espessuras centimétricas a métricas, onde podem perfazer substancial proporção dos afloramentos, chegando mesmo à quase total predominância. Localmente passam para formas cada vez mais subordinadas como bandas acunhadas e *boudins* até raras lentes decimétricas de presença muito rara.

As rochas calcissilicáticas são de cor cinza-médio, escuro-esverdeado a verde-acinzentado escuro, de granulação fina a média, raramente grossa, homogêneas, isotrópicas, equigranulares, de brilho vítreo e tenazes. Quando na forma de bandas ou lentes de dimensões métricas, a sua maior resistência ao intemperismo, comparadas aos gnaisses, leva a constituírem afloramentos em blocos arredondados, ovóides ou alongados revestidos por casca de espessura milimétrica de coloração amarelo-alaranjada, imersos em solo areno-argiloso avermelhado. Ao serem meteorizados adquirem coloração esverdeado-claro a esbranquiçado, tornam-se friáveis e há concentração de óxidos/hidróxidos de manganês nas fissuras.

São constituídas por quartzo, feldspato, piroxênio, anfibólio, biotita, titanita, carbonato, granada e grafita, em proporções variáveis; ocorrem tipos quartzosos, carbonáticos, ricos em piroxênio ou anfibólio, outros mais granatíferos e alguns com maior incidência de grafita. As diferenças mais evidentes em afloramento são nas quantidades de quartzo e carbonato; o primeiro localmente grada, em distâncias centimétricas, a teores muito altos (com saprólito arenoso) e o segundo é significativo em alguns locais e muito pobre a ausente na maioria das exposições. As intercalações e lentes de rocha calcissilicática são, relativamente às outras áreas da folha, mais freqüentes e de maior porte no quadrante sudeste (região de São Pedro).

As rochas quartzosas são de difícil distinção, quando em estágios mais avançados de meteorização, confundindo-se em saprólito mais arenoso que habitual no conjunto dos

granada-biotita gnaisses associados. Afloram como intercalações concordantes em lâminas e bandas de espessuras centimétricas a decimétricas, de contatos transicionais e gradacionais com as bandas gnáissicas adjacentes, as quais variam de uma composição normal até extremamente rica em quartzo (gnaisse quartzoso). Nenhum afloramento de rocha sã foi descrito, dentre o reduzido número de estações localizadas (ao redor de uma dezena). A típica forma de ocorrência se faz em blocos prismáticos e placóides bastante fraturados, decimétricos, friáveis, que podem se encontrar dispersos na superfície do terreno. Nos cortes em saprólito, têm estas mesmas características, aliados ao bandamento e à foliação planar paralela regular fortemente desenvolvida e acentuada por filetes/vênulas concordantes de quartzo branco e recristalização de mica nos planos. A rocha, já meteorizada, é foliada, homogênea, de cor creme amarelada a esbranquiçada (saprólito arenoso avermelhado claro), granulação média a grossa, brilho vítreo, com quartzo branco recristalizado em olhos e lentículas milimétricas. Predomina totalmente o quartzo na composição, com grãos ajustados entre si, com biotita intersticial e rara granada. Parece conter alguma muscovita (?) e feldspato/sillimanita em lentículas argilosas branco amareladas. Geralmente são percoladas por veios de quartzo branco leitoso de espessuras centimétricas concordantes e discordantes.

O maior número de estações está situado na parte central da faixa oriental, a oeste e noroeste de Umburatiba. Um único ponto foi descrito na parte ocidental, situado no extremo noroeste da folha, o qual possivelmente faz parte de um conjunto de rochas similares assinaladas nas folhas contíguas a norte e a oeste.

Biotita gnaisses (FOTO 2.3), que ocorrem intercalados, são rochas de cor cinza médio a escuro, de granulação fina a fina média, homogêneas quase maciças a finamente laminadas, foliadas; geralmente friáveis quando pouco intemperisadas, e tenazes quando inalteradas. Produzem um saprólito avermelhado argiloso. A composição mineralógica é constante nas diversas ocorrências a quartzo, feldspato (plagioclásio e pouco K-feldspato) e biotita muito fina regularmente dispersa: Acrescenta-se granada fina rósea-clara, em pequena proporção, como cristais isolados dispersos, que ocorrem em grande número de estações, mas sempre de pouca a rara. Análises petrográficas indicaram para estas rochas uma composição tonalítica. Uma rocha com acentuada semelhança à acima descrita em suas características principais, mas diferindo na estrutura (isotrópica e sempre maciça) é encontrada em diversos afloramentos, sob a forma de enclaves centimétricos a decimétricos arredondados a lenticulares contidos pelos gnáisses kinzigíticos e que tem sido descrito como microgranito a biotita, fino, cinza médio a escuro. Registrou-se uma única ocorrência de intercalação lenticular, de dimensões métricas, constituída por rocha cinza-média a escura homogênea de granulação fina, maciça a levemente filetada por quartzo-feldspato, isotrópica a fracamente foliada, cuja petrografia revelou composição diorítica, localizada próximo a Águas Formosas.

A rocha predominante na fração leucossomática é um mobilizado de composição granítica (FOTO 2.4), cor branca a cinza claro/creme claro, granatífero, inequigranular, de granulação fina a grossa que freqüentemente grada para pegmatóide em passagens difusas. A estrutura varia de orientada (gnáissica) a isotrópica, brusca ou gradual. A rocha contém proporção baixa de biotita, que nos tipos mais gnáissicos forma lâminas e filmes descontínuos próximos ou distantes entre si que definem uma foliação. Naqueles mais homofânicos a pouca biotita presente se acha em palhetas isoladas dispersas sem orientação preferencial. Os contatos desse mobilizado com o meso-melanossoma podem ser graduais difusos a bruscos e nítidos, quando é comum a presença de restito biotítico puro de granulação grossa constituindo lâminas na borda do mesmo. Existem ainda variações para

porções porfiríticas onde na massa inequigranular fina a grossa isotrópica ocorrem fenocristais euédricos de feldspato tabulares até 4cm de comprimento. A rocha característica contém essencialmente granada fina a média, avermelhada a rosada, agrupada na forma de agregados arredondados de 1 a 2cm de diâmetro, densa ou esparsamente distribuídos, alojados ao longo da foliação ou caoticamente. Localmente são encontrados agregados maiores, até 6cm, ou em cristais finos isolados. Característica da rocha é ainda a presença de cordierita, em freqüência menor que a de granada, geralmente em cristais médios de cor cinza-azulada, translúcidos, que passam a esverdeados e opacos, quando levemente meteorizados e a cinza-preto nos estágios mais avançados. Esses cristais organizam-se em filetes de extensão centimétrica ou em agregados tipo nuvem até 6cm de diâmetro maior. Sillimanita não é incomum e ocorre associada à biotita ou à granada. Os agregados granatíferos e cordieríticos são quase sempre poliminerálicos contendo biotita, quartzo e feldspato, mas é menos freqüente a combinação de ambos no mesmo local da rocha. Quando juntos os dois minerais, aparentemente a cordierita inclui a granada.

As dimensões dos corpos leucossomáticos, além de sua proporção relativa ao meso-melanossoma, são muito variáveis. Em geral, nos termos mais pobres, formam manchas, facóides, lentes e venulações de tamanhos centimétricos a decimétricos que aumentam gradativamente aos mais ricos quando se apresenta em massas decamétricas e maior diversidade petrográfica.

Alguns migmatitos kinzigíticos de estrutura geral estromática e dobrada contêm leucossoma predominantemente quartzo-feldspático pegmatóide branco-creme claro em venulações/bandas de espessuras centimétricas regulares, em *pinch-and-swell*, em rosário ou em lentes/manchas (FOTO 2.5) esparsas ou densas, de contatos bruscos e sem borda de reação. É constituído por cristais idiomorfos de feldspato que atingem 6cm, de biotita (até 3cm), quartzo branco intersticial e rara e esparsa granada (até 1cm). Não ocorrendo cordierita nem sillimanita; o feldspato chega a formar megacristais isolados de 20cmx20cm, dispersos na porção melanossomática, que nos afloramentos estudados, continha agregados de granada de 1a 2cm de diâmetro.

O migmatito, em todas as suas porções, é cortado por venulações, bolsões, veios e massas irregulares em contato geralmente bruscos de pegmatóides creme-esbranquiçados, de espessuras decimétricas até métricas, retilíneos ou irregulares, concordantes e discordantes, com cristais de feldspato branco a rosado pálido, euedrais, de até 12cm, ocasionalmente de textura gráfica. Contém biotita em livros de até 6cm, muscovita e granada raras. A turmalina preta até 2cm em poucos locais foi encontrada, rara, assim como a grafita. O quartzo, que pode ser abundante ou pouco em relação aos feldspatos, é geralmente intersticial, forma núcleos decimétricos granulares vítreos e raros cristais milimétricos idiomorfos.

Em virtude da resistência maior ao intemperismo, blocos até métricos de rochas calcissilicáticas cortadas pelas massas pegmatóides, ou somente destas, são encontrados imersos em saprólito avançado ou solo avermelhado proveniente dos granada-biotita gnaisses encaixantes, sendo estes únicos afloramentos existentes em algumas regiões.

Em poucas estações foram descritos corpos intrusivos mais evoluídos de modo a constituírem pegmatitos com cristais idiomorfos de feldspato branco rosado (com textura gráfica) até 30cm, biotita em livros até 8cm, muscovita até 5cm, rara turmalina preta e esverdeada até 2cm e quartzo intersticial ou em bolsões decimétricos a métricos, granular, brilho vítreo, branco leitoso e hialino em parte. Podem conter biotita em agregados de espessura centimétrica e extensão métrica. São corpos

diqueformes ou irregulares, métricos, de contatos bruscos, e chegam a segregar e englobar pedaços decimétricos de gnaisse encaixante.

A unidade preserva registros de estágios de deformação que afetaram a área durante a sua evolução geotectônica associada ao intenso processo de granitização que aí teve lugar, produzindo migmatitos, granitóides e os diversos granitos associados.

Em especial, os únicos dados disponíveis sobre a tectônica que precedeu a implantação dos sistemas graníticos, somente estão presentes, mesmo que afetados por deformações subsequentes, nas rochas de unidades kinzigíticas. Estas exibem, em diversos graus, a evolução de processos deformativos progressivos que levam à transposição total de bandamento pretérito (de origem indefinida), em favor da estruturação regional geral, que atualmente mostra paralelizados, foliação e bandamento tectônico.

Muitos afloramentos exibem dobramento acentuado, em geral mesodobras de dimensões até decamétricas, regulares a irregulares, quase sempre cerrados a isoclinais com planos axiais paralelos à foliação geral e eixos com caimento muito variável (FOTO 2.6). Podem envolver porções melano-mesossomáticas somente, ou incluir filetes, bandas, vênulas, bolsões leucossomáticos em variadas proporções.

Afloramentos de migmatitos ricos na fração escura, com abundantes intercalações de biotita gnaisse e de rochas calcissilicáticas em alternância, são especialmente elucidativos, pois estas litologias mostram-se em bandas de espessuras centimétricas, dobradas, de fechadas a isoclinais gradualmente. Pelo aumento de esforço, encontram-se rompidas, cisalhadas nos flancos. Os segmentos produzidos são reorientados à foliação geral (paralela aos planos axiais), sob forma de lentes e enclaves elipsoidais decimétricos. Nestes casos a acreção de leucossoma é muito restrita.

A continuação de esforço é registrado nos efeitos de cisalhamento como bandamento tectônico, lenticularização, anastomose de foliação, geração de rochas quartzosas e de milonitos, exemplificados nos arredores de Umburatiba (FOTO 2.7). A combinação dos processos de deformação e de migmatização associados resulta na extrema diversidade dos migmatitos descritos (FOTO 2.8).

A assinatura geofísica da unidade em relação à magnetometria é indefinida. Embora hajam algumas anomalias nos mapas de campo total e de gradiente, os mesmos são de pequena amplitude e não foi estabelecida correlação com as litologias identificadas. Em relação à radiometria, mesmo que não recobrindo integralmente a folha mapeada, estabeleceu-se uma boa correlação com as porções onde foram medidos os mais baixos valores de intensidade de radiação γ, ao redor de 20 a 50cps para contagem total.

As análises petrográficas realizadas permitiram a classificação da maioria das amostras de gnaisses kinzigíticos em cordierita-granada-biotita gnaisses com sillimanita; as de mobilizados leucossomáticos em cordierita-granada granito com biotita e as de rochas calcissilicáticas apresentaram diversificada composição mineralógica.

2.2.1.2 Granitos Sin-a Tarditectônicos

2.2.1.2.1 Leucogranito Carlos Chagas

Esta unidade é a segunda maior em extensão superficial na área mapeada, logo abaixo da unidade Gnaisse Kinzigítico, distribuindo-se na mesma, em duas formas distintas. Na primeira compõe uma faixa contínua que ocupa toda a parte ocidental da

folha, de direção geral nordeste-sudoeste, prolongando-se para as folhas Carlos Chagas ao sul, Rio do Prado a norte e Padre Paraíso a oeste. Contém em seu interior, como que imersos, grandes corpos quase contíguos (e alguns menores associados) constituídos pelos gnaisse kinzigíticos e pelo Granito Pedra do Sino. Na segunda forma, a unidade distribui-se em corpos isolados, alongados, de dimensões variáveis entre 4 e 20km de extensão, alojados na grande faixa migmatítica-kinzigítica na metade oriental da folha. Na extremidade noroeste; diversos corpos prolongam-se para as folhas adjacentes.

A unidade corresponde à parte complementar do desmembramento da entidade Complexo Gnáissico-Kinzigítico (FONTES *et al.*, 1978), àquela que deu origem à unidade Gnaisse Kinzigítico, estabelecidas conforme critérios expostos anteriormente na descrição da última e considerações que são aqui também aplicadas.

Superfícies de chapadas são bem desenvolvidas por largos tratos onde predominam rochas da unidade, especialmente no lado oriental e parte sudoeste da folha, nos quais os afloramentos estão localizados nas drenagens e nas partes baixas e médias das encostas. Nas regiões com poucas chapadas ou estando as mesmas ausentes, o relevo muda gradualmente de colinas baixas suavemente arredondadas a tipos fortemente acidentados a pontões, pães-de-açúcar e elevações isoladas alongadas de encostas e/ou topos rochosos, semelhantes aos formados por granitos cinzas porfiroblásticos (Granito Pedra do Sino). Muitas vezes são encontrados morros recobertos por mata ou gramíneas com rochosos em franja à meia encosta.

O contato desta com a unidade Gnaisse Kinzigítico, é de natureza transicional geralmente tectônicamente afetado. Faz-se pela passagem gradual do predomínio do leucossoma granítico sobre o melano-mesossoma gnáissico em complexas intercalações de material progressivamente mais claro tendendo a branco, que preserva restos daquele, cada vez menos reconhecíveis em consistência, estrutura e composição, até total desaparecimento. Resulta no granito branco a rara biotita, rico em agregados centimétricos de granada e/ou de cordierita e frações pegmatóides de contatos progressivos difusos. O contato com o Granito Pedra do Sino é de natureza também transicional, em estruturas migmatíticas, afetado tectonicamente de diversas formas. Esses contatos são assinalados pela ocorrência em uma faixa de transição de largura variável (hecto a quilométrica) de migmatitos, onde o melano-mesossoma é formado pelo granito cinza porfiroblástico e o leucossoma pelo leucogranito granatífero, em proporção relativa variável .Associada a outros aspectos, esta característica permite a discriminação dos afloramentos e atribuição das áreas a uma ou outra unidade.

Na borda adjacente aos granitos cinza porfiroblásticos (Granito Pedra do Sino), os estágios iniciais quase incipientes da transição são registrados pela presença de pequenas porções centimétricas a decimétricas de leucossoma granítico granatífero com ou sem cordierita, em manchas e vênulas irregulares brancas de granulação média a pegmatóide. Os contatos são pouco nítidos a difusos, geralmente marcados pelo progressivo aumento de tamanho de minerais e agregados em direção ao seu interior. As porções melano-mesossomáticas podem conter granada fina em cristais isolados ou agregados bem menores que os presentes no leucossoma, situados em geral nas imediações dos contatos. O conjunto compõe uma estrutura maculada ou discretamente estictolítica. A transição evolui a estágios progressivamente mais avançados, no sentido do afastamento dos granitos cinza, na qual os migmatitos, já com estrutura francamente estictolítica de porções leucossomáticas até métricas, são de tonalidades mais claras em função da proporção mais elevada destas últimas e do esmaecimento do melano-mesossoma. Nos estágios finais da migmatização, a rocha é praticamente granítica, homogênea no geral, com pouca distinção das duas fases,

embora a maior concentração de agregados granatíferos e/ou cordieríticos indique o leucossoma. As faixas de contato combinam também os efeitos do tectonismo aí incidente, que se manifestam na deformação pouco a muito intensa provocada por cisalhamento dúctil em granitos cinzas pofiroblásticos. Com altas magnitudes de deformação, é produzida a transformação total daquelas rochas em protomilonitos e milonitos. A baixas magnitudes, os porfiroblastos de feldspato são fraturados, reorientados e cisalhados a porfiroclastos por vezes ocelares/lenticulares e a rocha se apresenta gnaissificada, com ou sem neoformação de granada. As deformações associadas aos estágios sucessivamente mais evoluídos de migmatização estão refletidas nos vários tipos litológicos característicos da unidade, descritos adiante.

O elemento litológico padrão da unidade é um migmatito que reúne variedades petrográficas de composições mineralógicas relativamente próximas ou com alguma semelhança, que diferem entre si na proporção dos componentes e/ou estrutura e granulação das rocnas, as quais são agrupados em duas porções referidas como melano-mesossomáticos e leucossomáticos. Em poucos afloramentos as rochas que definem essas porções são petrograficamente invariáveis e persistentes, ocorrendo na maioria daquelas, conjuntos litológicos que gradam entre si (FIG. 2.2). Estes migmatitos raramente contêm enclaves de biotita gnaisse cinza de granulação fina (com dimensões até métricas) e de rochas calcissilicáticas (até decimétricas). Embora a proporção entre as duas partes dos migmatitos seja condição relevante para a classificação de afloramentos como pertencentes a esta unidade, ou ao Gnaisse Kinzigítico, ou ainda ao Granito Pedra do Sino, é também levada em conta a influência de outros aspectos peculiares como a tonalidade em geral bastante clara dos mesossomas, à qual pode se associar enriquecimento progressivo em granada, e a homogeneização das fases em diatexitos quase homofânicos nos quais os leucossomas são restritos.

A rocha típica da unidade (FOTO 2.9), mais freqüentemente encontrada, é um migmatito com grande predomínio de porções leucossomáticas de cores que gradam de cinza-claro a branco, estrutura gnáissica a granítica e granulação inequigranular de fina a pegmatóide, sempre contendo granada como mineral essencial, cordierita na maioria das estações e sillimanita (FOTO 2.10). As exposições mais abrangentes contêm três porções razoavelmente distintas; uma mais escura gnáissica ou granítica rica em biotita (melanossomática, onde se pode reconhecer gnaisses kinzigíticos ou granitos porfiroblásticos), outra intermediária, menos escura, gnáissica, com menor teor de biotita (mesossoma), e a terceira, de cor branca com pouca biotita dispersa e granada constante (leucossoma) (FOTO 2.11).

As passagens entre as porções são sempre gradativas, em distância curtas ou longas (estas podem constituir litologias individualizáveis em faixas ou bandas irregulares); as partes melano e mesossomáticas juntas perfazem reduzida proporção dos afloramentos (em média geral abaixo de 20%), podendo aumentar significativamente em alguns locais, porém fortemente esmaecidos a tipos diferenciados claros. A porção leucossomática é fortemente orientada, gnáissica, onde envolve aspectos mesossomáticos, com contatos nítidos gradativos, e se torna progressivamente mais isotrópica ao se distanciar daquelas, até adquirir em partes dos afloramentos, uma estrutura granítica homofânica (rocha denominada leucogranito granatífero). A passagem de gnáissica a granítica também é acompanhada gradualmente do aumento da granulação dos minerais, de fina a grossa (inequigranular) e até pegmatóide (FOTOS 2.12 e 2.13). É freqüente a participação de um mobilizado final francamente pegmatóide em proporção bastante reduzida, que guarda contatos gradativos com parte do leucossoma granítico.

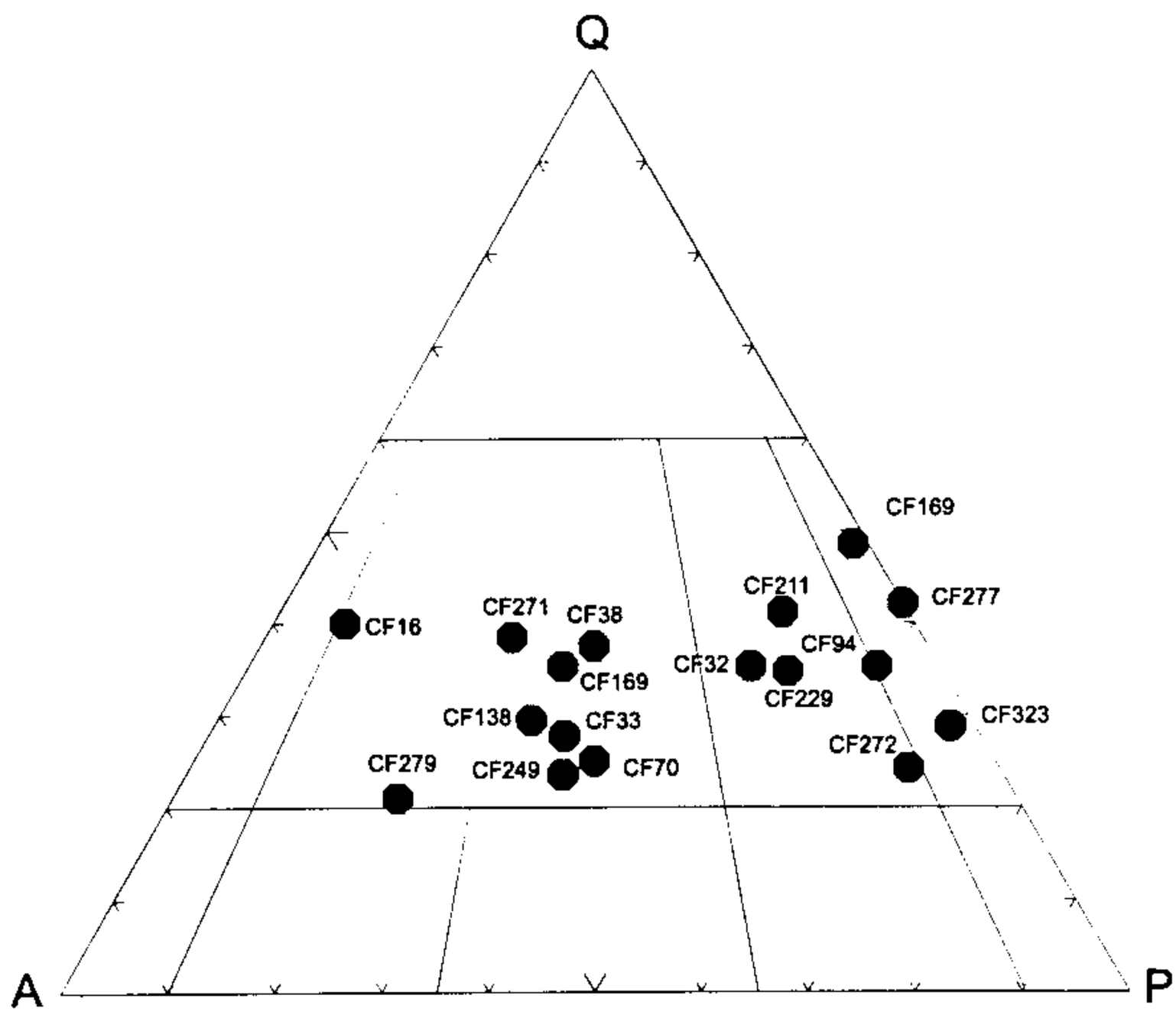


FIGURA 2.2 Diagrama QAP (STRECKEISEN,1976) mostrando o *trend* composicional do Leucogranito CarlosChagas

Na maioria das estações a estrutura geral das rochas é orientada, gnáissica, forte a fracamente foliada, com as porções mais claras e escuras dispostas subparalelamente. São arranjos que podem mostrar um tênue bandamento (muito menos nítido que nos gnaisses kinzigíticos) dado por alternâncias entre bandas mais ricas em biotita, centimétricas a decimétricas, de estrutura foliada acentuada, dada pelo arranjo planar dos agregados quartzo-feldspático-biotíticos, acunhados nas extremidades ou como lentes descontínuas esfarrapadas, e bandas mais pobres em biotita, de foliação fraca passando a ausente (graníticas) e enriquecidos em granada. Em geral a estrutura difusamente bandada é ondulada, sinuosa em amplos sigmóides de amplitudes decimétricas e extensões métricas, suavemente truncados obliquamente por *shear-bands* de espessuras centimétricas que podem ou não conter venulações pegmatóides. Desse arranjo difusamente bandado, de aspecto estromático a *schlieren* alongado e em parte estictolítico, o conjunto litológico evolui gradativamente para estágios de maior mobilização nos quais as bandas escuras acima descritas se diluem nas massas leucocráticas e são por estas permeadas concordantemente e discordantemente (FOTO 2.14); passando a formar inicialmente listras extensas descontínuas, centimétricas em espessura, ricas em biotita de granulação média a grossa (restitos) que acentuam a foliação. Nestes estágios um aspecto rajado a fitado, em parte *schlieren* com lentes biotíticas algo difusas é peculiar às exposições. Em estágio posterior as listras desaparecem dando lugar a filmes, lâminas, agregados lenticulares, estrias anastomosados e filetes de biotita praticamente pura, grossa (restitos) planarmente orientados, próximos entre si (centímetros a decímetros) que destacam a foliação e dão às rochas já quase homogeneamente brancas, aspecto finamente rajado e filetado, em parte *schlieren* e nebulítico de tendência diatexítica.

Nos estágios mais avançados as rochas são ainda foliadas, bem orientadas por agregados félsicos lenticulares, centimétricos e achatados, paralelos e regularmente dispostos, contornados por filmes e tarjas biotíticas que lhes conferem estrutura de *augen* gnaisse ou migmatito oftalmítico. A biotita passa a formar aglomerados milimétricos, flocos, linhas ou palhetas pintalgando o fundo branco, densa ou esparsamente dispersas, nas rochas que assinalam os estágios finais quando já se tornam graníticas em aparência e composição (FOTO 2.15).

A essa evolução associa-se o enriquecimento em granada nas massas leucocráticas, que nos granitos dos estágios finais, constitui os grandes agregados de diâmetros centimétricos que lhes são característicos. Na unidade, entretanto, este granito granatífero, sem orientação alguma a não ser tênue arranjo planar de biotita quase indistinto, é pouco representado nas exposições, onde constitui apenas parte da fração leucocrática, ou em raros locais de maior expressão. As frações melano-mesossomáticas apresentam composição mineralógica correspondente às das rochas que lhes deram origem (gnaisses kinzigíticos e granitos porfiroblásticos) a quartzo, plagioclásio, K-feldspato e biotita, modificadas e acrescidas de granada, cordierita, sillimanita e rara muscovita no transcurso da migmatização.

Os produtos resultantes, em conseqüência da diversidade de condições de formação são distintos. Assim, há porções escuras que podem ser ricas em biotita quase pura, em biotita com granada, em biotita e sillimanita com ou sem granada, em biotita e cordierita, em sillimanita e granada, além de feldspato e quartzo. A fração leucossomática predominante, que como descrito, passa de termos gnáissicos contendo biotita em linhas, filetes, filmes e lâminas, a graníticos ricos em granada com biotita rara a ausente; em geral é inequigranular fino a grosso chegando a pegmatóide. Forma desde manchas difusas centi-decimétricas irregulares permeando mesossomas graníticos porfiroblásticos, a veios/bandas/bolsões irregulares ou em

pinch-and-swell associados a gnaisses kinzigíticos e até às grandes massas contínuas que contêm raros remanescentes melanocráticos. Em geral mantêm muitos de suas características mostradas nas ocorrências com aquelas litologias, descritas anteriormente nas unidades correspondentes; apresenta composição mineralógica a quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita sempre em reduzida proporção, granada, cordierita, sillimanita e rara muscovita.

Os tipos litológicos variam em cor de rochas cinza médio (escurecidas pelas lâminas biotíticas) a cinza-claro, branco salpicado de preto por palhetas isoladas dispersas regularmente de biotita; alguns poucos exemplares chegam a ser hololeucocráticos pela total ausência de biotita. A essa variação acrescenta-se a presença de granada em pontuações avermelhadas/rosadas. O mineral ocorre em cristais isolados dispersos na massa branca quartzo-feldspática de granulação fina a grossa. Podem estar densa ou esparsamente distribuídos, espalhados ou alinhados à foliação, associados à biotita ou não. Juntamente a esse tipo, a granada ocorre também em agregados arredondados de cristais finos a médios, puros ou em associação a quartzo, biotita, sillimanita ou cordierita, que podem atingir a 6cm de diâmetro, com média geral em torno de 2cm. Podem distribuir-se caoticamente a espaçamento regular ou irregular, concentrados em *clusters* ou esparsos (FOTO 2.16), alinhados à foliação, deformados ou indeformados. Os tipos litológicos mais ricos podem conter até 20% de granada. Preferencialmente os agregados ocorrem sempre na área central das manchas, veios, lentes, bandas e bolsões leucossomáticos. Nos afloramentos a proporção de agregados de granada de uma parte a outra nesses corpos é variável. As frações leucossomáticas graníticas estão em contatos nítidos, mas não bruscos, para frações pegmatóides de cristais centimétricos, através do aumento progressivo e rápido da granulação. Os corpos pegmatóides são de dimensões restritas (até métricas) em geral como lentes fechadas e contêm feldspato até 10cm hipidio a idiomorfo, biotita em livros de até 5cm em reduzida proporção, quartzo intersticial ou em núcleos granulares branco-leitoso, e poucas granada, muscovita, cordierita e sillimanita. Freqüentemente em algumas porções locais desses pegmatóides ocorrem grandes agregados de até 12cm de granada e/ou de cordierita, agrupadas em *clusters*. Venulações pegmatóides tardias a quartzo, feldspato, biotita e muscovita, rara turmalina preta e veios de quartzo-branco-leitoso, ambos de espessuras até decimétricas preenchem fraturas a diversas atitudes. A nordeste de Machacalis estes corpos são mais desenvolvidos a pegmatitos métricos que contém cristais de feldspato gráfico de até 50cm, quartzo-branco-leitoso, biotita em placas centimétricas e muscovita.

Em função da diversidade litológica observada, a unidade desenvolve diferentes tipos de afloramentos, saprólitos e solos. As rochas mais gnáissicas e de maior proporção de biotita ocorrem preferencialmente em drenagens e sopés de encostas, têm saprólitos estruturados cinza-claros a escuros avermelhados e pouco friáveis. Os solos são areno-argilosos marrom-avermelhados. Os tipos graníticos, com pouca biotita e alguma granada ocorrem também em encostas rochosas e topos de elevações e têm saprólitos homogêneos esbranquiçados grossos, friáveis. Os solos são areno-argilosos amarelo-avermelhados claros e, nas baixadas, está presente uma camada superficial decimétrica arenosa grossa rica em quartzo anguloso.

As deformações atuantes nos processos tectônicos-migmatíticos que originaram as modificações impostas aos conjuntos litológicos pré-existentes e sua evolução, estão parcialmente impressos nas rochas da unidade e são complementares, em parte, àquelas descritas com referência à unidade Gnaisse Kinzigítico.

As descrições anteriores enfatizaram que a unidade se compõe em íntima associação de partes intensamente deformadas (gnáissicas) (FOTO 2.17) que gradam para

partes pouco a indeformados (graníticas), que são minoritárias. Essa passagem se dá desde ao nível de afloramento a até ao de curtas distâncias (quilômetros).

A deformação mais intensa se traduz em rochas fortemente foliadas, miloníticas, com agregados cristalinos félsicos alongados (lenticularizados) e achatados, recobertos por filmes biotíticos em arranjo plano-paralelo e anastomosado. A biotita comumente em palhetas paralelamente dispostas contém muitas vezes sillimanita associada que pode até ser predominante. A granada pode ocorrer em situações sin- a pós-deformacionais. As primeiras, ao invés de constituírem agregados arredondados de diâmetros centimétricos como as últimas, compõem agregados estirados, alongados (centimétricos), lenticulares, simétricos e assimétricos, em trilhas alinhadas à foliação, acaudados, às vezes com sombra de pressão a quartzo, ou rotacionados. Quanto menos intensa a deformação sofrida pela rocha, estes agregados granatíferos tendem a se tornar mais próximos a formas equidimensionais Os agregados lenticulares achatados a quartzo, feldspato-biotita e granada tornam-se mais convexos com envoltório biotítico menos conspícuo. A cordierita é rara nos termos mais cisalhados e passa a ser mais freqüente nos tipos graníticos e pegmatóides indeformados. Freqüente clivagem de fratura é exibida nos afloramentos.

A assinatura geofísica da unidade em relação à magnetometria, a exemplo dos gnaisses kinzigíticos, é também indefinida. Existem na área esparsas e suaves anomalias pequenas nos mapas de campo total e de gradiente, que não encontraram correlação com feições geológicas e/ou litológicas distintas. Em relação à radiometria foi possível estabelecer um tipo de correlação preciso com um intervalo intermediário de 50 a 80cps, entre aquela dos gnaisses kinzigíticos que é 20-50cps e o do Granito Pedra do Sino, de 80-120cps, com ressalva de que a radiometria não recobre totalmente a folha.

As análises petrográficas realizadas revelam composição em um espectro de granodiorito a granito (granada-biotita granodiorito/granito); granodioritos e tonalitos. São mais freqüentes no meso-melanossoma e granodioritos a granitos no leucossoma (FIG. 2.2).

2.2.1.2.2 Enderbito Mangalô

Compreende três corpos de restritas dimensões, isolados, que ocorrem na parte sul da folha. O menor está situado junto ao extremo sudoeste da área, a 7km ao sul de Pavão. Os outros dois, com aproximadamente 4km^2 de superfície cada, estão no quadrante sudoeste, localizados na bacia do córrego Lajeado, 14km a sudeste, e se prolongam para a folha contígua. Uma ocorrência pontual foi assinalada 2km a nordeste, na estrada para Umburatiba. Os afloramentos são constituídos por matacões até métricos, em diâmetro, às vezes isolados, ou também em lajedos associados, sempre na drenagem de fundo dos vales que cortam chapadas. Não desenvolvem solos ou morfologia particulares, assemelhando-se àqueles dos gnaisses kinzigíticos.

Embora aparentemente similares, os afloramentos revelam apreciável variação nos elementos litológicos, quanto à composição mineralógica, e estrutura. Variam desde tipos homogêneos, de granulação fina a média, isotrópicos, de cor cinza-escuro-esverdeado (rocha inalterada) e verde-acinzentada a acastanhado (pouco meteorizada), até porções riquíssimas de porfiroblastos de feldspato esverdeado, de até 8 cm, geralmente idiomórficos, que localmente se tocam, caóticos e imersos em matriz média a grossa uniforme. Essas variações se fazem através de passagens a curta distância, mantendo sempre a estrutura isotrópica e alterando a relação matriz/quantidade e tamanho dos pórfiros, assim como dos componentes

mineralógicos (caso de biotita e granada que podem ser freqüentes a raras). Os pórfiros de feldspato podem se tornar tão dominantes que a rocha se apresenta, localmente, quase monomineralica com pouca matriz fina. Os pórfiros freqüentemente exibem geminação Carlsbad. A porção intemperisada dos afloramentos mostra cor marrom-claro a creme-ferruginoso que passa para tons esbranquiçados nas partes superficiais, nas quais é característico o aspecto irregular das saliências dos pórfiros de feldspato. A mineralogia inclui quartzo, feldspato (fino na matriz e em porfiroblastos), biotita (fina a média na matriz e em porfiroblastos milimétricos pretos), piroxênio (finos cristais pretos e outros com alteração acastanhada que indica hiperstênio), e granada fina a média de freqüente a rara em pontos avermelhados junto à matriz.

A unidade não demonstra evidências de deformação a qualquer nível com exceção de juntas e fraturas pouco intensas. Não mostra características geofísicas peculiares, magnetométricas ou radiométricas. Possivelmente as reduzidas dimensões dos corpos e pouco contraste geofísico com as litologias circundantes seriam causas de ausência de anomalias coincidentes. As análises petrográficas efetuadas indicaram a composição enderbítica para as amostras CF-97, CF-99 e CF-112 e charnockítica para a CF-258.

2.2.1.2.3 Granito Pedra Do Sino

O nome proposto refere-se ao nome de pão-de-açúcar a oeste de Crisólita em área tipo que contém exposições em trechos próximos à mesma, ao longo das estradas que demandam Águas Formosas, Crisólita e Bertópolis. Integram estas área-tipo as estações descritas: CF-163, 225, 224, 66, 45, 46, 47, e as estações CF-226, 65 e 48 com petrografia. Em trabalhos anteriores, as litologias aqui reunidas nessa unidade haviam sido atribuídos a entidades diversas; O Projeto Jequitinhonha (FONTES *et al.*, 1978;, Folha Teófilo Otoni, escala1:250.000) a apresenta como participantes de: Complexo Gnáissico-Kinzigítico, Complexo Gnáissico-Migmatítico e Complexo Granitóide. No Projeto RADAMBRASIL (SILVA *et al.*, 1987; escala 1:500.000) foram incluídos, em boa parte no Complexo Medina (granitóides) e na Suíte Intrusiva Guaratinga. No Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (PEDROSA-SOARES *et al.*, 1994) figuram incluídos no Complexo Juiz de Fora, sem discriminação entre gnaisses e granitóides.

Essa unidade compreende diversos corpos de contornos irregulares a arredondados, densos ou esparsos, e desde 2 até 100km^2 de área cada. Os corpos maiores e adensados estão situados na parte ocidental da folha; os menores e mais esparsos estão no quadrante sudeste. Podem os mesmos serem referidos pelas suas proximidades aos locais de maior importância regional. Assim, o agrupamento de Águas Formosas reúne quatro pequenos corpos ao norte. O agrupamento de Crisólita reúne três grandes e um pequeno corpo respectivamente a sudoeste, noroeste, nordeste e leste-nordeste da mesma. A leste e sudeste de Pavão localiza-se um corpo de dimensão média. O agrupamento de Machacalis reúne dois grandes corpos adjacentes a noroeste e a sudoeste da cidade, um mais distante ao sul na região do córrego Mambelão. Cinco pequenos corpos encontram-se esparsos na porção sudeste, quatro deles próximos ao limite leste da folha e um junto ao rio Pampã.

A maioria dos corpos está situada no interior das grandes massas de leucogranito granatífero, e algumas poucas em migmatitos kinzigíticos. Devido a deformação que marca geralmente as porções externas dos corpos, sua relação de contato com os migmatitos kinzigíticos se afigura, nos poucos casos observados, de caráter transicional tectonicamente reorganizado. A presença freqüente de enclaves nestas rochas, constituídos por biotita gnaisses de granulação fina cinza-escuros muito

semelhantes às bandas, lentes e enclaves decimétricos encontrados intercalados nos migmatitos kinzigíticos, sugere a possibilidade de contatos intrusivos pretéritos.

A homogeneidade litológica da unidade se traduz em um padrão morfológico próprio, distinto, característico, comum a todas as áreas de ocorrência, desenvolvido na forma de um relevo fortemente ondulado a acidentado com morros e serras arredondadas de vertentes e encostas a forte declividade e topos suavemente achatados. Freqüentemente as encostas e parte dos topos são desnudas em rochosos recobertos de pátina escura, restando somente uma pouco espessa camada de solo em partes mais planas dos topos que sustenta vegetação de mata e/ou gramíneas.

Esse relevo evolui para a quase completa remoção de todo o solo de encostas e topos restando elevações isoladas ou agrupadas, de superfície totalmente rochosa, em formato de pães-de-açúcar e dorsos de baleia geralmente alongados à estruturação regional, destacados na topografia, como a Pedra do Sino (Crisólita), Pedra Grande e Pedra do Norte (em Machacalis). Nas regiões de altitudes médias superiores ao nível geral das chapadas toma lugar um relevo agressivo com pontões rochosos isolados de encostas quase verticalizadas. Naquelas abaixo desse nível aparecem formas arredondadas em colinas suaves de topos rochosos pouco convexos em parte recobertos por vegetação.

Em áreas de relevo mais abrupto os afloramentos são comuns nas encostas rochosas, e sob a forma de matacões métricos, dispersos na superfície adjacente aos sopés. Naqueles mais planos são comuns exposições em lajedos de extensas superfícies pouco salientes do nível do solo e normalmente um pouco intemperisadas. Os saprólitos nas proximidades de afloramentos são esbranquiçados com salpicados pretos de biotita, friáveis, homogêneos isotrópicos a orientados, médios em granulação com manchas/fragmentos prismáticos centimétricos de feldspato caulinizado constituindo variedades de saibro. Evoluem para solos areno-argilosos avermelhados semelhantes aos de outras unidades; nas baixadas e proximidades de drenagens, a superfície é recoberta por característica camada de espessura decimétrica esbranquiçada arenosa média a grossa rica em grãos de quartzo angulosos, de natureza residual.

A rocha predominante e que designa a unidade é o granito (FIG. 2.3) cinza porfiroblástico (FOTOS 2.18, 2.19 e 2.20). Embora apresente ampla variação de algumas de suas características, as litologias descritas nos afloramentos são bastante similares nos aspectos gerais e podem ser consideradas homogêneas regionalmente. São quase sempre orientados (podendo ser denominados granitóides gnáissicos), por arranjo plano-paralelo de agregados félsicos, palhetas e/ou flocos ou ainda curtos filmes de biotita planarmente dispostos e pelo alinhamento e paralelização de fenocristais de feldspato centimétricos, tabulares, mostrando uma fraca foliação em afloramento (localmente bem acentuada) que pode ser quase imperceptível, em amostras de mão, com aparência isotrópica.

Um exemplar representativo da litologia mais freqüente é descrito como rocha de cor cinza-médio a médio-escuro (que se torna claro a esbranquiçado ao intemperismo), formada por matriz de granulação fina a média cinza-escura, a quartzo, feldspato e biotita (muito raramente com alguma granada fina) que ocupa espaços intergranulares de porfiroblastos de feldspato branco-acinzentado a cinza-claro, translúcidos a opacos, de tamanho uniforme ao redor de 2 a 4cm (alguns raros com 8cm), em proporção de 20 a 40% em volume e exibindo geminações *Carlsbad* e inclusões de palhetas submilimétricas de biotita e grãos de quartzo.

Esses porfiroblastos são regularmente dispersos e medianamente orientados paralelamente, definindo uma lineação mineral. Tal tipo padrão apresenta variações

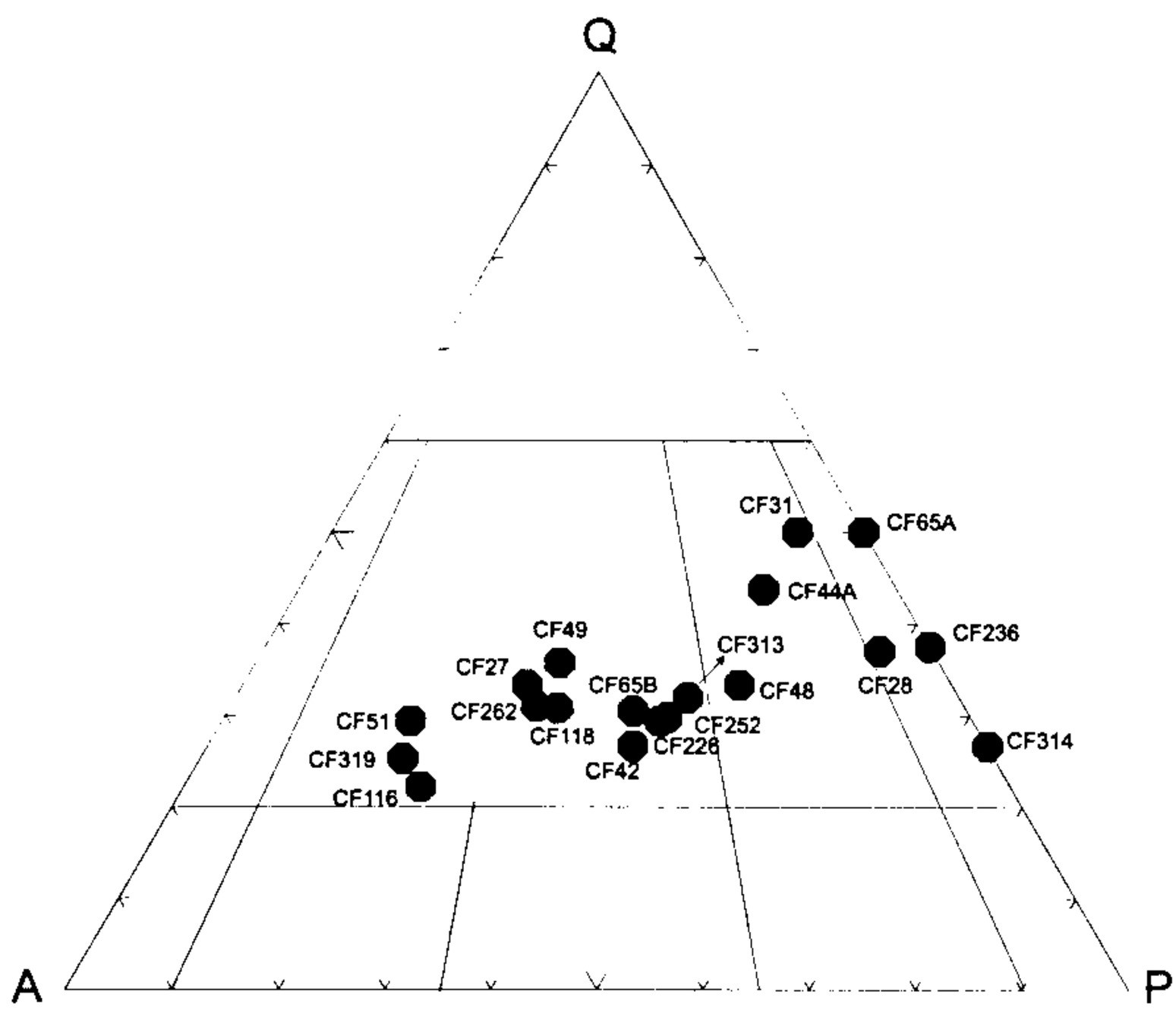


FIGURA 2.3 Diagrama QAP (STRECKEISEN, 1976) mostrando o *trend* composicional do Granito Pedra do Sino

bruscas ou graduais, que podem ocorrer no mesmo afloramento nas proporções matriz/porfiroblastos, forma, tamanho e arranjo estrutura, granulação da matriz e abundância de granada fina. Assim, existem exposições com rocha de matriz média a grossa com palhetas desenvolvidas de biotita que alojam porfiroblastos de feldspato branco de pequenas dimensões (0.5 a 1cm) densos ou esparsos, com as mesmas geminações e inclusões descritas acima, de estrutura granítica, quase equigranular. Em outras, a proporção de porfiroblastos de feldspato atinge quase o limite máximo, ao redor de 90%, em porções até métricas monominerálicas com cristais idiomórficos de 2 a 8cm se tocando até coalescerem, tabulares a prismáticos, caóticos a orientados paralelamente em estruturas retilíneas, curvas, sinuosas ou revoltas. Apresentam localmente entelhamento e evidências de foliação de fluxo magmático. Estas estruturas lineares, sinuosas, são suavemente truncadas por bandas de cisalhamento em fluxo, *shear bands* centimétricas que realinham os feldspatos e podem conter venulações pegmatóides. Mesmo nas porções mais orientadas, ocorrem também porfiroblastos centimétricos de feldspato caóticos entremeados, dispostos até ortogonalmente à estrutura geral. Comumente as porções mais ricas em porfiroblastos (>40%) contêm estimadamente 2/3 bem orientados e 1/3 caóticos em íntima mistura.

Em diversos locais as exposições já se apresentam com estrutura um pouco heterogênea com incipiente a fraco bandamento irregular dado por alternâncias de faixas descontínuas com contatos difusos (em estrutura assemelhada à diatexítica) (FOTOS 2.21 e 2.22) diferenciados por granulação, teor de biotita, proporção, tamanho e uniformidade dos porfiroblastos de feldspato, dimensões de agregados minerais, lâminas biotíticas, *schlieren* e nebulitos decimétricos ricos em biotita de contornos esfarrapados. Localmente, é acentuada a presença de enclaves até métricos de biotita gnaisse cinza-escuro e de bandas pegmatóides, concordantes ambos com a estrutura geral. Constantemente são encontrados, especialmente nas exposições mais extensas, enclaves de cor cinza-escuro a quase preto, biotíticos, de granulação fina ocasionalmente com

poucos e pequenos pórfiros de feldspato (0.5cm), muito raramente contendo alguma granada muito fina isolada. São rochas a quartzo, feldspato e biotita, finamente foliadas ou quase homofânicas, que apresentaram composição tonalítica em duas análises petrográficas realizadas. Têm dimensões decimétricas a métricas, formatos irregulares, alongados ou arredondados, isolados ou agrupados; onde a deformação mais intensa é registrada. Os enclaves também foram afetados interna e externamente, orientando-se paralelamente à estrutura geral e migmatizados. Passam à forma de *schlieren* difusos decimétricos a métricos (FOTO 2.23).

Existe marcada semelhança entre estas rochas e os biotita gnaisses de granulação fina que ocorrem como intercalações ou enclaves nos gnaisses kinzigíticos. Em praticamente todas as estações a rocha granitóide é cortada por venulações de espessuras centimétricas, pegmatóides, quartzo-feldspáticas e de quartzo leitoso, de contatos gradacionais a geralmente bruscos, retilíneos a sinuosos e irregulares e, também sob a forma de bolsões e lentes fechadas decimétricas. Os pegmatóides são constituídos por feldspato branco a creme-rosado/amarronzado claro xeno a idiomorfos com até 8cm. Ocorrem biotita preta até 4 cm, rara muscovita, e quartzo intersticial ou em massas leitosas centimétricas .

O granito encontra-se em muitos locais permeado por pequenas porções de leucossoma granítico granatífero-cordierítico, de cor branca e granulação média a pegmatóide, em vênulas e manchas irregulares de contatos difusos, formando um migmatito de estrutura maculada ou discretamente estictolítica, assinalando a passagem para o Leucogranito Carlos Chagas. Essas porções esbranquiçadas com

agregados centimétricos de granada destacam-se das partes mesossomáticas cinza-médio (pintalgado o fundo cinza-claro-branco de feldspatos milimétricos a centimétricos por biotita preta em palhetas ou finos agregados dispersos) que podem conter rara granada fina nas imediações dos contatos.

O granito porfiroblástico cinza é constituído por quartzo, plagioclásio, K-feldspato, biotita, rara granada e sillimanita. A esta composição principal associam-se allanita, monazita e apatita aos quais se atribuem seus valores de radioatividade (minerais descritos em lâmina). As análises petrográficas realizadas revelaram composições em um espectro de granito a tonalito com aproximadamente metade das amostras no campo granítico e o restante granodiorito e tonalítico.A unidade exibe em geral moderados graus de deformação dúctil responsáveis pela foliação impressa às rochas, reorientação e paralelização de agregados e porfiroblastos e enclaves, desenvolvimento de lineação mineral (porfiroblastos de K-feldspato, biotita), bandas de cisalhamento de fluxo e sinuosidades a dobras e venulações. Fraturas preenchidas por venulações pegmatóides, quartzo-feldspáticas e de quartzo leitoso, além de cerrada a esparsa clivagem de fratura, intensa ou pouco efetiva, representam aquelas de natureza rúptil. A unidade mostra uma deformação muito mais intensa, que chega a produzir a transformação total das rochas em protomilonitos e milonitos por cisalhamento dúctil, nas bordas dos corpos e localmente no seu interior, associada aos processos de migmatização e granitização que delineiam as zonas de contato com o leucogranito granatífero (Leucogranito Carlos Chagas).

Em relação aos levantamentos aerogeofísicos disponíveis, a unidade não evidencia nível de discriminação magnetométrica, embora uma vaga associação a valores mais baixos de campo total e primeira derivada em relevo magnético suave possa ser percebida, evidenciando excelente grau de correlação com os dados radiométricos. Os corpos de granito cinza porfiroblástico são sensivelmente mais radioativos que os leucogranitos granatíferos circundantes e bem mais que os gnaisses kinzigíticos quando em contato com estes. As bordas dos corpos são bem delineadas pelo CPS; o intervalo 80 a 120cps pode ser distintivo para a unidade e localmente até mesmo acima deste valor.

2.2.1.2.4 Granito Nanuque

Esta unidade corresponde em parte ao Complexo Granitóide do Projeto Jequitinhonha (FONTES *et al.*,1978; ESCALA 1:250.000) e Projeto Sul da Bahia (SILVA FILHO *et al.*, 1974; escala 1:250.000 - Folha Caravelas) que a denominam de Granitóides Porfiróides), ao Complexo Medina do PROJETO RADAMBRASIL (SILVA *et al.*, 1987; escala 1:500.000) e ao complexo Juiz de Fora no mapa geológico do Estado de Minas Gerais (PEDROSA-SOARES *et al.*, 1994; escala 1:1000.000). Ocupa superfície de aproximadamente 150km^2 de área total, disposta em dois corpos situados junto ao limite leste da folha, prolongando-se para a contígua Folha Medeiros Neto.

Aquele ao norte ocupa uma extensa e estreita faixa de direção sudoeste-nordeste imediatamente a leste de Umburatiba; e o segundo está situado no extremo sudeste prolongando-se também para o sul na Folha Carlos Chagas. Esse último está em contato, a oeste, com o Leucogranito Carlos Chagas e o primeiro constitui grande intercalação com a unidade Gnaisse Kinzigítico. Com esta unidade, guarda relações de contato consideradas como análogas àquelas do Granito Pedra do Sino, de caráter transicional tectonicamente reorganizado, bordejado por faixas de intenso cisalhamento. Igualmente, a presença de enclaves de biotita gnaisses cinza-escuro de granulação fina semelhantes às intercalações e lentes que ocorrem nos gnaisses kinzigíticos, sugere a possibilidade de contatos intrusivos pretéritos. Esta litologia não chega a desenvolver características morfológicas próprias devido à formação de

amplas chapadas nas suas áreas de ocorrências, dissecadas pela drenagem em incisões abruptas a suaves, que situam os únicos afloramentos disponíveis.

Excetua-se a região do córrego Capim Pubo onde um relevo de morros arredondados de encostas e topos em grande parte rochosos domina a paisagem, sem entretanto a presença de destacadas elevações. Os afloramentos geralmente constituem lajedos próximos ao sopé das vertentes extensas, quase planos e pouco salientes do solo, ou lajedos pequenos e matacões junto aos talvegues. Os saprólitos são esbranquiçados, pintalgados de preto (biotita), e avermelhado ferruginoso (granada), isotrópicos a orientados, destacando restos caulinizados de feldspato centimétrico, que se tornam homogeneizados em solos areno-argilosos avermelhados. Nas baixadas, em vales planos, a superfície é recoberta por camada residual arenosa média a grossa constituída por grãos angulosos de quartzo.

A rocha representativa da unidade é de coloração geral cinza-médio, isotrópica a bem orientada (gnaisse, *augen*-gnaisse ou migmatito oftálmico) (FOTOS 2.24 e 2.25, FIG. 2.4) com foliação dada por arranjo planar de agregados minerais, plaquetas e filmes de biotita e de feldspatos tabulares alinhados. Localmente tem um fraco, difuso e irregular bandamento evidenciado por diferenças nos tamanhos, proporções e distribuição de pórfiros de feldspato e presença de enclaves, *schlieren*, nebulitos e veios pegmatóides paralelamente dispostos. Essencialmente é caracterizada pela presença de pórfiros de feldspato centimétricos abundantes e constante ocorrência de granada (em proporção estimada de 10%).

Em matriz de cor cinza-média-escuro de granulação média a grossa (em parte fina a média) rica em biotita disseminada ou em flocos/filmes milimétricos/centimétricos, e contendo quartzo, feldspato e pouca granada fina, dispõem-se pórfiros de feldspato xeno a idiomorfos de comprimentos centimétricos, tabulares a localmente prismáticos. Ocorrem em grande proporção, em média aproximada de 40% em volume, podendo chegar à quase totalidade da rocha em porções quase monominerálicas decimétricas onde os cristais juntam-se e coalescem. Os pórfiros de feldspato têm em média 3 a 4cm de comprimento, variando normalmente entre 2 e 12cm. Alguns, em afloramento, apresentam média de 6cm e outros de 1cm. Naqueles ricos em cristais grandes, a própria matriz contém feldspato de 1cm. São translúcidos a opacos, freqüentemente com geminação *Carslbad* e contêm inclusões de biotita submilimétrica e de quartzo. Em geral são orientados em alinhamentos retilíneos, encurvados, sinuosos ou revoltos, contendo sempre uma parte (em média aproximadamente 30%) de cristais caóticos.

Nas exposições de rocha mais fina, tende a mesma a ser menos orientada a homofânica. A granada ocorre, além da matriz, em pequenas manchas centimétricas a decimétricas, leucocráticas, quartzo-feldspáticas, grossas a pegmatóides, brancas, na forma de cristais isolados ou mais comumente, como agregados de 0.5 a 1.5cm de diâmetro densamente espaçados. Nessas porções leucossomáticas, onde ocorre também rara biotita, os contatos se mostram em passagens difusas para as porções escuras.

A presença de enclaves de biotita gnaisse cinza-escuro de granulação fina com granada, é comum nas exposições da unidade, de centimétricos a métricos, localmente orientados à estrutura geral. Podem conter pequenos porfiroblastos esparsos pequenos e/ou com venulações pegmatóides. Também *schlieren* e nebulitos biotíticos decimétricos são freqüentes em diversos afloramentos geralmente alinhados paralelamente à lineação dada pelos pórfiros de feldspato. Venulações irregulares ou retilíneas de espessuras centimétricas a quartzo, feldspato, granada e rara biotita, brancas a cremes e de granulação fina, assim como localmente pegmatóide, são

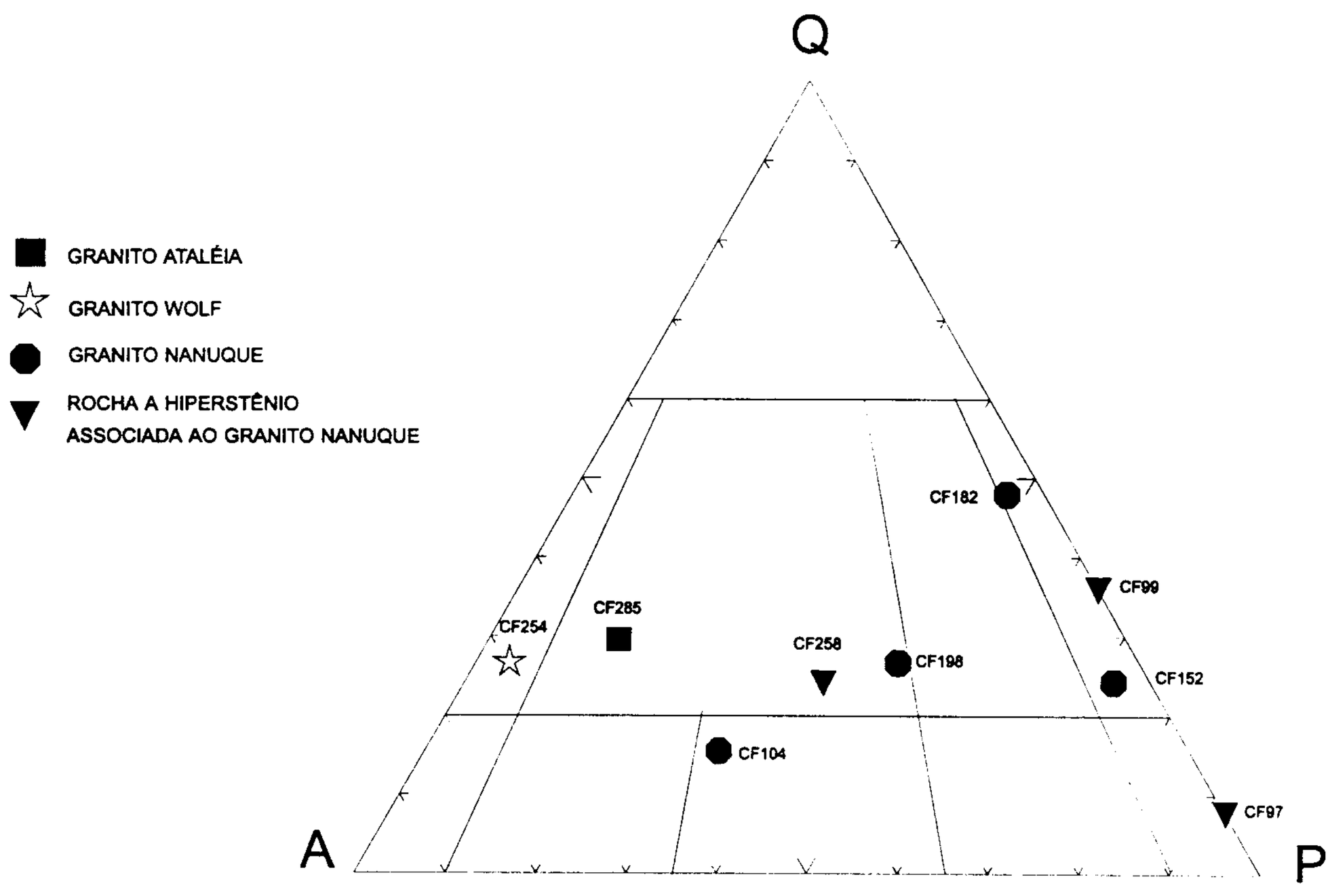


FIGURA 2.4 Diagrama QAP (STRECKEISEN,1976) mostrando o *trend* composicional dos granitos Ataléia, Wolff e Leucogranito Nanuque

presentes nas exposições em reduzida proporção, geralmente acompanhados por veios centimétricos de quartzo branco leitoso.

A deformação exibida pela unidade mostra grande semelhança com a observada no Granito Pedra do Sino, da qual resultou a foliação impressa às rochas, reorientação e paralelização de agregados, pórfiros e enclaves, dobramento de venulações pegmatóides (mesmo os contidos nos enclaves) e leucossomáticas granatíferas, com planos axiais paralelos à foliação geral.

Estreitos veios quartzo-feldspáticos de ocorrência freqüente ou de quartzo leitoso, preenchem fraturas e pequenas falhas, assim como clivagem de fratura regular a fortemente cerrada. A deformação cisalhante dúctil é mais intensa nas bordas dos corpos delimitados, onde a rocha fortemente foliada se estrutura em agregados félsicos, lenticulares, estirados, centimétricos, a quartzo, feldspato e granada, separados por envolventes filmes biotíticos de espessura milimétrica, anastomosados. A lenticularização resulta em litótipos assemelhados a *augen*-gnaisse.

A unidade praticamente não é recoberta pelos levantamentos aerogeofísicos (magnetometria e radiométrico) e a reduzida porção incluída nos mesmos é insuficiente para interpretação.

As análises petrográficas efetuadas revelaram composições tonalíticas a graníticas com granada.

2.2.1.2.5 Granito Wolff

Esta unidade tem pequena extensão superficial ocupando estreita faixa de direção norte-sul no extremo noroeste da folha e prolongando-se para a contígua Folha Padre Paraíso a oeste. Constitui a terminação oriental da unidade que ocupa amplas extensões naquela folha. Corresponde em parte ao Complexo Granitóide do Projeto Jequitinhonha (FONTES *et al.*, 1978, escala 1:250.000), ao Complexo Medina do Projeto RADAMBRASIL (SILVA *et al.*, 1987; escala1:500.000) e ao Complexo Juiz de Fora do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (PEDROSA-SOARES *et al.*, 1994; 1:1000.000). A unidade possui grande afinidade com o Granito Pedra do Sino, com a qual está em contato transicional marcado pela diminuição gradual dos porfiroblastos de feldspato característicos da mesma até que a rocha se torna de granulação média a grossa equigranular, de cor cinza-médio a claro. Nessa passagem, a rocha se enriquece em granada fina a média dispersa geralmente associada à biotita.

Os aspectos de morfologia, relevo, tipo de solo, de afloramentos e de saprólitos são similares aos daquela unidade, sendo comuns matacões nas drenagens e os produtos de decomposição têm granulação uniforme até grossa.

A rocha característica é o biotita granito (FIG. 2.4) médio a grosso em granulação (localmente fino a médio), de cor cinza-claro a médio a creme, isotrópico, homogêneo, com raros *schlieren* e nebulitos ricos em biotita; e granada em pequena proporção junto à biotita ou raramente isolada em milimétricas manchas mais claras. A biotita ocorre em palhetas disseminadas caoticamente, em parte com alguma fraca orientação ou agregados/ flocos esparsos com granada fina. Pode conter alguns raros porfiroblastos de feldspato até 1cm.

O comportamento geofísico da unidade é aparentemente similar ao do Granito Pedra do Sino com prolongamento para oeste das anomalias radiométricas coincidentes ao grande corpo a noroeste de Crisólita, de valores acima de 80 cps.

2.2.1.2.6 Granito Ataléia

Foi definido na Folha Ataléia, estendendo-se até a Folha Carlos Chagas, sempre com um posicionamento NNE. Adentra ao sul da Folha Águas Formosas, em uma estreita faixa situada entre o Leucogranito Carlos Chagas e o Gnaisse Kinzigítico. O seu contato com outras unidades sugere ser transicional. Na presente folha, apresenta uma morfologia bem característica, formada por morros ondulados, vales abertos e drenos bem encaixados., estando sempre recoberta por solos espessos pertencentes a cobertura terciárias.

Constitui uma faixa com direção aproximada NNE, passando a oeste de Carlos Chagas e tendo continuidade física para oeste, sul e norte nas folhas Mucuri, Ecoporanga e Águas Formosas, respectivamente. As melhores exposições são encontradas na fazenda Araguaia, na estrada Carlos Chagas-Presidente Pena; na BR-418, a leste da fazenda Caladão e na extremidade SW, a norte da fazenda Paraju.

Morfologicamente apresenta morros ondulados, vales abertos e drenos encaixados. O contato com o Granito Caladão é brusco, evidenciado pelo contraste morfológico facilmente perceptível na BR-418 a leste da fazenda Caladão. Já com o Leucogranito Carlos Chagas sugere ser transicional devido à presença de porções de leucogranito dentro dessa unidade.

Macroscopicamente, as rochas são mesocráticas, de cor cinza, de granulação média a grossa, freqüentemente porfirítica, às vezes com foliação bem desenvolvida, constituída principalmente de quartzo, feldspato, biotita, granada e mais raramente sillimanita. Os feldspatos freqüentemente formam fenocristais esbranquiçados a amarelados, esparsos, com tamanho de 1 a 3cm, excepcionalmente podendo atingir 7cm. São geralmente tabulares e orientados segundo a foliação. A granada é geralmente em cristais hialinos milimétricos, de cor rosa ou em agregados centimétrico (1 a 3cm). A sillimanita, mais rara, forma finos agregados de cristais aciculares, incolores e freqüentemente associados à biotita.

Ao microscópio apresentam textura hipidiomórfica granular, fina a grossa, orientada, tendo como constituintes principais: quartzo (15 a 30%); plagioclásio (25 a 55%); biotita (10 a 20%); ortoclásio e/ou microclina (0 a 30%). Como acessório pode ser encontrado hornblenda, granada, apatita, zircão, allanita. Os minerais secundários mais freqüentes são epidoto, mica branca e carbonato (FIG. 2.4).

Estas rochas são cortadas por mobilizados finos a pegmatóides, centimétricos a decimétricos e possuem xenólitos decimétricos a métricos de granada biotita gnaisse bandado, alongados segundo a foliação.

2.2.2 Granitos Pós-Tectônicos

2.2.2.1 Allanita Granito

A unidade, de pequena extensão superficial, reúne diversos corpos de reduzida área (2 a 8km^2) a maioria ocorrente em três agrupamentos distribuídos pela folha mapeada.

Seis corpos constituem o agrupamento de maior expressão situado a leste/sudeste de Pavão; três corpos formam o agrupamento da área do córrego Mambelão; dois corpos ocorrem respectivamente a nordeste e noroeste de Machacalis. Os últimos, um ao norte de Umburatiba e outro a oeste de Crisólita (próximo ao limite da folha) afloram isoladamente. Onze dos mesmos estão contidos em grandes corpos de granito cinza porfiroblástico (Pedra do Sino), próximos ou junto de suas bordas, situação em que fazem contatos também com a Leucogranito Carlos Chagas ou em um único caso,

com o Gnaisse Kinzigítico. Um corpo está localizado na borda da faixa do Granito Nanuque em contato também com a unidade Gnaisse Kinzigítico.

As exposições não permitiram observações diretas dos contatos, que são considerados intrusivos. Estes granitos correspondem a parte daqueles considerados como "Intrusivos Ácidos (γ)" pelo Projeto Jequitinhonha (FONTES *et al.*, 1978, 1:250000).

A unidade tem características morfológicas próprias em morros arredondados de encostas parcialmente rochosas, campos de matacões localmente em sopé de encostas e colinas baixas com lajedos extensos ao rés do chão.

Embora semelhantes aos aspectos apresentados pelo Granito Pedra do Sino, que os contém, aquelas características são em parte diferenciadas nos detalhes, como a maior e mais ampla presença de matacões métricos arredondados/esféricos com esfoliação esferoidal.

Os saprólitos são esbranquiçados pintalgados de preto, grossos, saibrosos, friáveis homogêneos/homofânicos e fraturados e passam a solos amarelados e esbranquiçados ou avermelhado claro areno-argilosos. Nas partes baixas e relativamente planas desenvolve camada superficial arenosa grossa esbranquiçada rica em grãos angulosos de quartzo.

A rocha característica da unidade é o biotita granito (FIG. 2.5) de cor cinza-médio a claro, em parte cinza-médio a escuro (intemperiza a branco pintalgado de preto), de granulação média (localmente fina homogênea), equigranular a inequigranular, porfirítica com matriz fina a média cinza-escura pela biotita e pequenos pórfiros (em proporção de 10 a 20%) de K-feldspato branco, translúcido com geminação *Carlsbad* e inclusões de biotita. Medem 0.5 a 1cm, raramente 2 a 3cm de comprimento, podem ser tabulares idiomorfos a xenomorfos irregulares, e dispõem-se esparsamente pela rocha.

Raramente contém granada fina rosa-avermelhada em grãos isolados ou agregados milimétricos dispersos (FOTO 2.26). A rocha em geral é isotrópica, exibindo localmente fraca orientação retilínea paralela dada por arranjo incipientemente planar de palhetas milimétricas de biotita. Essa estrutura pode ser acentuada em afloramentos que contêm *schlieren* biotíticos e enclaves alongados alinhados concordantemente. Os enclaves são centimétricos a decimétricos em comprimento, constituídos por biotita gnaisse cinza escuro finamente foliado, de granulação fina, homogêneos, em contatos geralmente bruscos. Os *schlieren* biotíticos, de granulação média a grossa são em média centimétricos, e localmente, a rocha é rica nos mesmos. Veios pegmatóides pouco freqüentes, retilíneos a irregulares, de espessuras centimétricas a decimétricas cortam o granito. Contêm feldspato de até 5cm, biotita em livros de 4cm e quartzo branco leitoso, acompanhados ou não por veios centimétricos de quartzo. Os granitos são constituídos mineralogicamente por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, ocasionalmente também com allanita e/ou titanita e raramente com granada.

As análises petrográficas efetuadas revelaram composições graníticas e secundariamente granodioríticas (FIG. 2.5).

A unidade registra aspectos estruturais relativos a deformação de fraca intensidade com incipiente e localizada orientação geral das rochas, paralelização de enclaves e *schlieren* (FOTO 2.27), fraturamento/cataclase de pórfiros de feldspato, que são restritos a algumas exposições. Mostra-se, na maioria dos afloramentos, indeformada e representada por granitos isotrópicos que em todos os locais desenvolvem nítida e persistente clivagem de fratura que controla a partição de matacões.

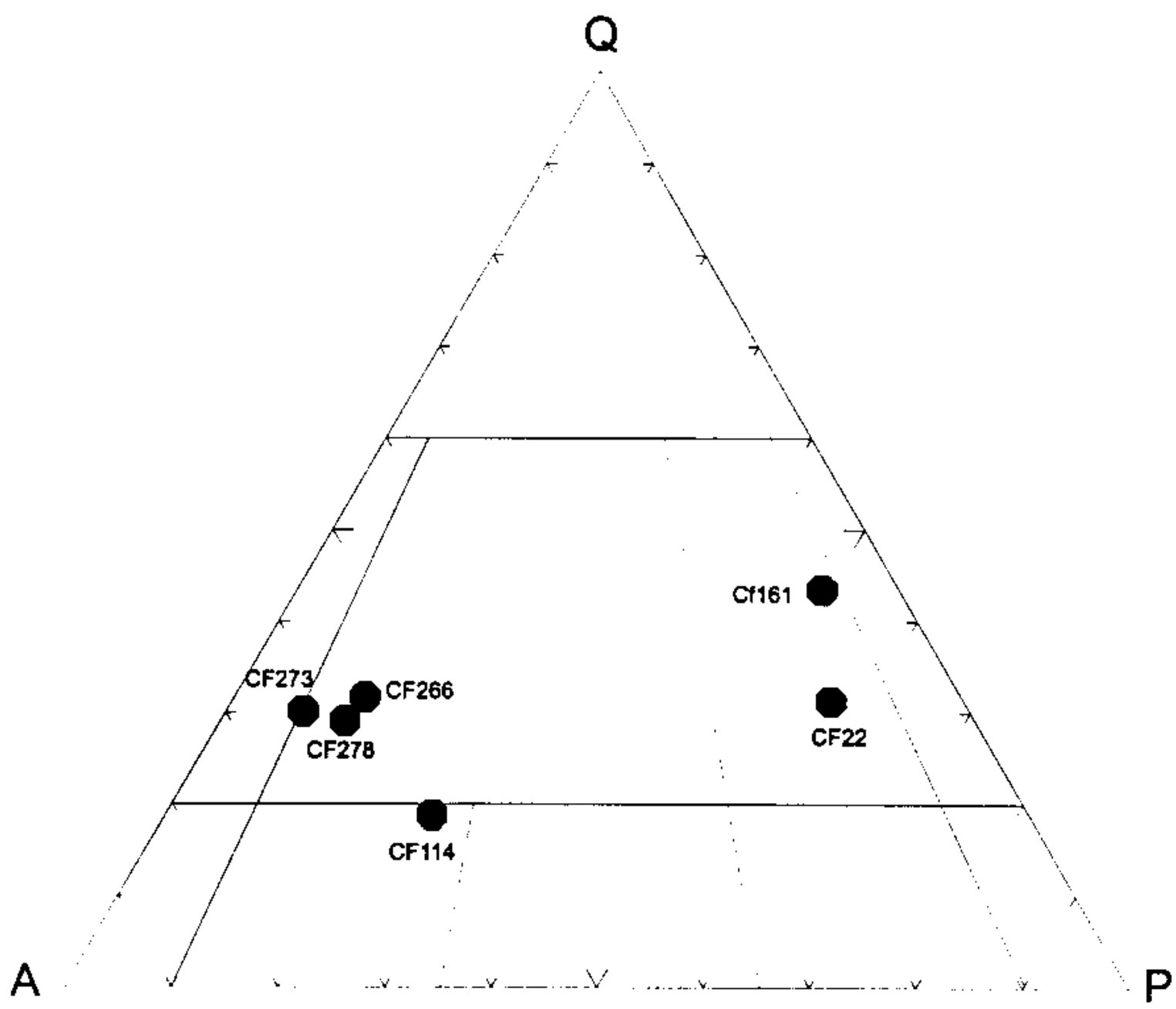


FIGURA 2.5 Diagrama QAP (STRECKEISEN,1976) mostrando o *trend* composicional dos Granitos Pós-Tectônicos (AllanitaGranito)

A assinatura geofísica da unidade é similar à do granito cinza porfiroblástico (Pedra do Sino), porém de maior intensidade dos valores medidos de radioatividade; enquanto naquela o aspecto de anomalias se situava entre 80-120cps, estes granitos caracterizam anomalias fortes circunscritas coincidentes com grande aproximação aos afloramentos descritos, definidos por valores entre 100 e 670cps. O intervalo 200-670cps só é registrado na importante anomalia a oeste de Umburatiba e corresponde ao corpo do córrego Mambelão. Não há correlação com a magnetometria.

2.2.3 Diques Básicos

Ocorrem nos quadrantes SW e NW da folha possuindo continuidade física na Folha Carlos Chagas, ao sul. Aparecem preenchendo fraturas posicionados NNW e são evidenciados por lineamentos magnotemétricos.

Boas exposições podem ser visualizadas próximo a Águas Formosas, no córrego Quatis. Aparecem sob a forma de blocos arredondados envoltos por solo avermelhado, produto de sua alteração.

As rochas são melanocráticas, de granulação média a muito fina e coloração cinza-esverdeada.

Ao microscópio mostram textura hipidiomórfica, hipo a criptocristalina, composta por aegirina, sanidina, vidro, arfvedsonita e biotita verde e vermelha.

Associam-se a esses diques, gabros de textura subofítica, cuja assembléia é dada por plagioclásio, clinopiroxênio, opacos, mica branca e hornblenda.

2.2.4 Coberturas Detrito-Lateríticas

Esta unidade é constituída por coberturas de natureza residual de composição arenosa contendo variável fração argilosa combinada. Em geral a granulação é média a grossa e a cor amarelo-esbranquiçada. Podem atingir espessuras até 1m, em cuja seção o teor de areia diminui no sentido da base, passando gradualmente para solo areno-argiloso amarelo-avermelhado homogeneizado. Localmente contêm blocos e fragmentos angulosos de quartzo branco leitoso de veio, meteorizados.

A unidade forma as superfícies planas das chapadas que dominam o relevo em grandes porções da folha especialmente no centro, sul e leste. As incisões verticalizadas da drenagem nessas chapadas expõem, nas encostas, seções que compreendem dezenas de metros de espessura de solo avermelhado-amarelado. Estas seções ocorrem sob a camada superficial arenosa residual de tonalidade clara que reveste o topo das escarpas superiores, realçadas em aerofotos.

2.2.5 Aluvião

Constituída por depósitos aluvionares de pequena expressão localizados em trechos dos principais cursos d'água da região como no rio Pampã e afluente ribeirão Águas Belas próximo a Águas Formosas, rio do Norte em Machacalis e rio Alcobaça entre Machacalis e Umburatiba.

Os depósitos são geralmente impuros, formados por camadas decimétricas de cascalhos, areias, frações argilo-arenosas amareladas e acinzentadas, com espessura total estimada em 20m. Nas proximidades de Águas Formosas e de Machacalis são utilizados como material de construção civil.

3 GEOLOGIA ESTRUTURAL

As deformações reconhecidas nas exposições observadas nos trabalhos de campo estão detalhadas no capítulo anterior, nos parágrafos referentes à descrição de cada unidade geológica. Essas informações, em conjunto aos dados estruturais medidos, e da interpretação de aerofotos e de imagens (radar e satélite) e mapas geofísicos (magnetometria, radiometria) constituíram o suporte ao arranjo estrutural apresentado pelo mapa geológico

A área apresenta duas porções com identidade estrutural própria embora não conformem domínios estruturais distintos, que são limitados grosseiramente por feixe de falhas de direção nordeste-sudoeste. Essas falhas definem o longo contato, de sul a norte da folha, entre a unidade Leucogranito Carlos Chagas (a oeste) e a unidade Gnaisse Kinzigítico (a leste).

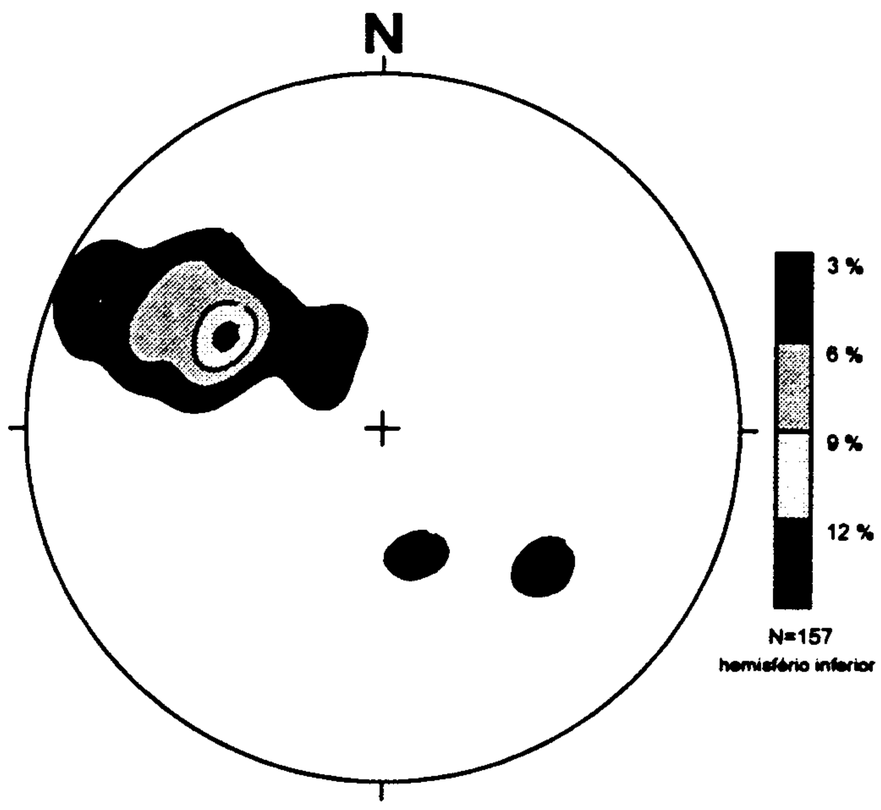
A porção leste é caracterizada por disposição das unidades litológicas em corpos de tendência alongada, alinhada à direção geral de denso sistema de falhas (cisalhamento dúctil) paralelas a subparalelas, com espaçamentos próximos, que podem se anastomosar, sempre fortemente foliados/bandados de mergulhos altos a subverticais. As evidências sugerem expressivo componente transcorrente ao regime tectônico predominante nessa região.

A porção oeste é caracterizada por disposição de grandes corpos de granito cinza, de contornos arredondados até dobrados em parte, contidos na grande massa de leucogranito granatífero (Leucogranito Carlos Chagas). Embora algumas falhas de alto mergulho tenham sido destacadas, a direções próximas daquelas da porção leste, são bem mais esparsas, curtas e descontínuas que aquelas. Possui também um padrão de falhas retilíneas longas entrecruzadas sugestivo de falhas de gravidade, em regime distensional provavelmente posterior (ligado ao magmatismo básico e resultando no preenchimento de três segmentos da falha de direção norte-noroeste/sul-sudeste que atravessa a folha longitudinalmente).

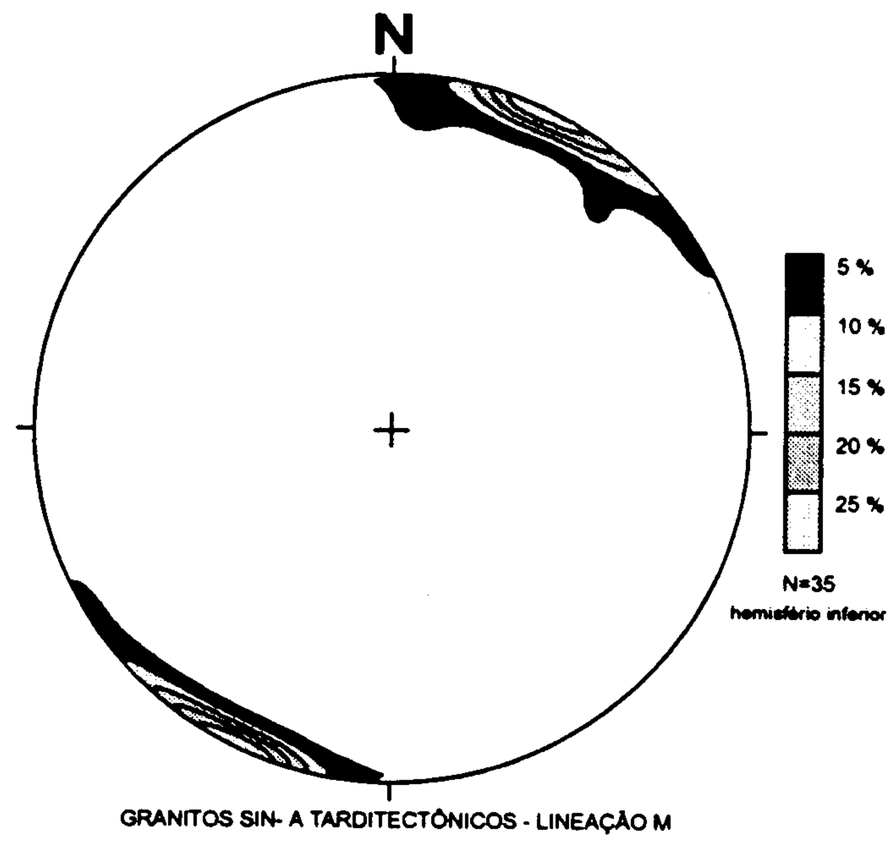
Ainda nessa porção, estruturas de contato entre as unidades envolvidas, desenhando curvas, com os mergulhos de foliação e bandamento de graus moderados, em partes altos, foram interpretados como sinformais e antiformais, próximos à Crisólita e a Águas Formosas. Em conjunto com alguns indicadores cinemáticos em exposições, as estruturas dobradas sugerem um moderado componente compressivo ao regime tectônico atuante na porção oeste.

Os dois blocos poderiam ter sido submetidos à evolução geotectônica em condições semelhantes mas com alguma diferença nos componentes dos esforços. O limite entre os mesmos corresponde a uma faixa compressiva tipo dobra-falha de direção nordeste e vergência para noroeste.

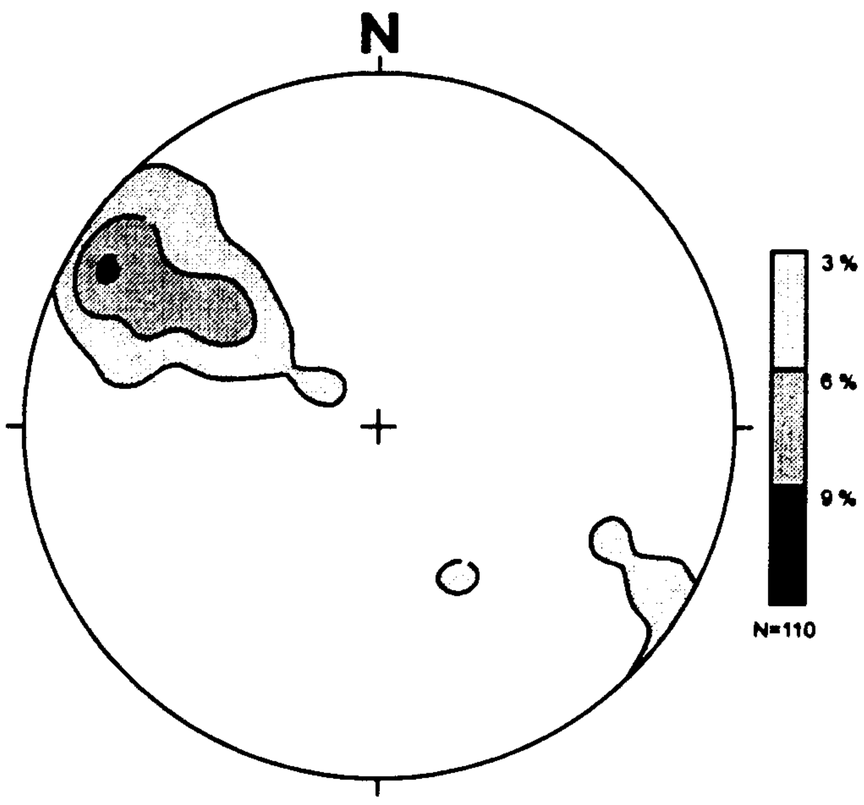
Os dados estruturais medidos refletem a forte orientação paralela imposta às unidades geológicas na folha. A maioria das medidas de bandamento, foliação e lineações é bastante coincidente ao *trend* geral regional definido ao redor de N35E. Há uma tendência dos valores a oeste, em granitos cinzas, de serem mais freqüentes a N25E, especialmente a lineação mineral, dada por porfiroblastos de feldspatos centimétricos. Direções ao redor de N60W a N80W foram freqüentemente registradas em foliação e bandamento e coincidem com as de *shear-bands* que afetam localmente as estruturas regionais. Podem representar variações locais em transcorrências/empurrões de menor porte (FIG. 3.1).



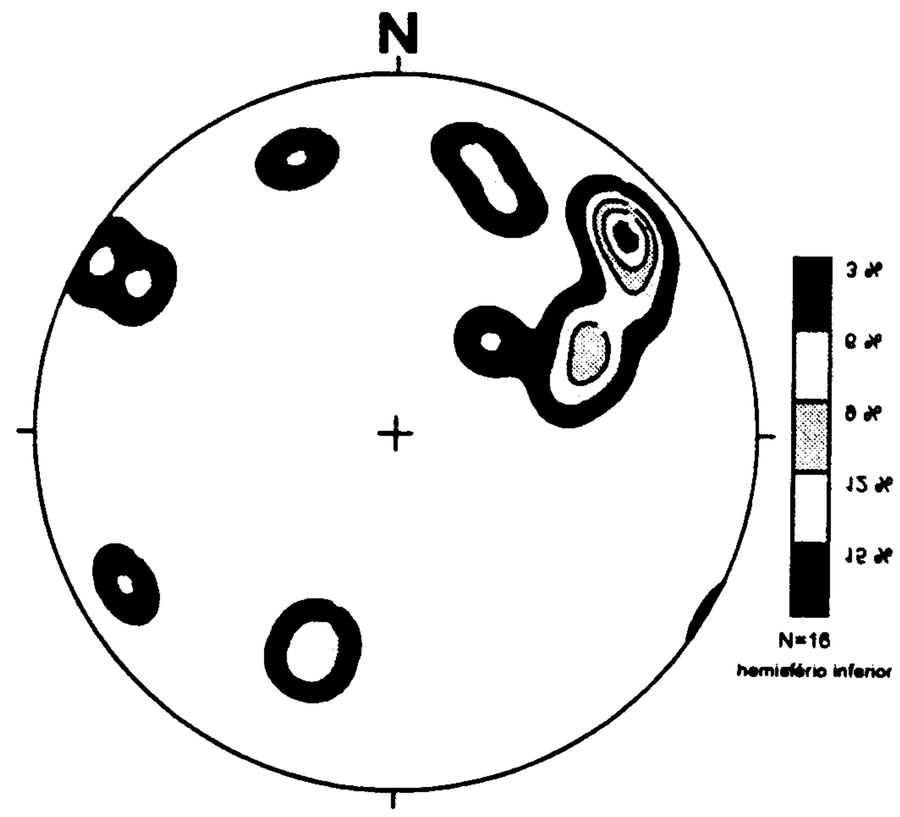
GRANITOS SIN- A TARDITECTÔNICOS - FOLIAÇÃO



GRANITOS SIN- A TARDITECTÔNICOS - LINEAÇÃO M



GNAISSE KINZIGÍTICO - FOLIAÇÃO



GNAISSE KINZIGÍTICO - LINEAÇÃO B

FIGURA 3.1 Diagramas de pólos de foliações e lineações de unidades aflorantes na Folha Águas Formosas

Do sistema de faixas subparalelas no leste da folha destaca-se um conjunto das mesmas que passa a oeste de Umburatiba (de largura aproximada de 4km) com direção ao redor de N30E. Contém em seu trajeto e proximidades, afloramentos extremamente dobrados, deformados e cisalhados (milonitos); estende-se para o sul da folha com inflexão suave para oeste, alongando-se para 7km no limite. Esta estrutura apresenta coincidência expressiva com alinhamento geofísico magnético bem definido, especialmente em mapa aeromagnetométrico de derivada vertical. Outro alinhamento também notável nesta carta coincide com a falha acima mencionada contendo diques de diabásio.

A seqüência deformativa delineada para a área tem início com uma fase mais antiga, na qual dobramento e cisalhamento de uma estrutura pretérita (provavelmente bandada) foi capaz de gerar gnaisses e migmatitos kinzigíticos orientados à foliação resultante. Sucessivos esforços tectônicos, que no seu conjunto são considerados uma fase subseqüente, prosseguem modificando e reorientando as rochas formadas previamente e atingem também os granitos cinzas porfiroblásticos (Granito Pedra do Sino) e os porfiróides granatíferos (Granito Nanuque). Esta fase é fortemente associada aos processos de migmatização que geraram as massas de leucogranito granatífero (Leucogranito Carlos Chagas) entremeados ou envolventes aos corpos daquelas unidades litológicas e termina com a colocação dos granitos tardi- a pós-tectônicos (Allanita Granito), sendo a principal responsável pelo arcabouço estrutural da área.

Fases menores distensivas mais tardias e separadas estão ligadas à colocação de granitos finos isotrópicos aplíticos, veios pegmatóides e de quartzo, de diques de diabásio e desenvolvimento de falhas de gravidade e fraturas.

4 RECURSOS MINERAIS

Os recursos minerais em curso de aproveitamento econômico restringem-se àqueles de uso na construção civil e pavimentação de rodovias. Em Águas Formosas e Machacalis há extração de areia e argila das aluviões em rios próximos. Argila é utilizada na indústria de cerâmica. Nos arredores de Bertópolis, Pavão, Machacalis, Águas Formosas, Crisólita e de Umburatiba existem pedreiras rudimentares para produção de pedra de mão, bloquete e brita (granitos brancos, cinzas, gnaisses kinzigíticos). Nas proximidades de Pavão há intermitente extração de blocos de granitos finos cinzas para serraria e pavimentação. Saibros de rochas graníticas são extraídos ao longo da rodovia Pavão–Águas Formosas e em Machacalis.

O potencial mineral mais elevado na região é atribuída às grandes massas graníticas e gnáissicas para blocos e serraria, cujo aproveitamento dependerá de condições mercadológicas. Pegmatóides e pegmatitos com muscovita e rara turmalina, como ao sul de São Pedro, ocorrem em locais diversos, às vezes com feldspato decimétrico, granada, cordierita, biotita ou quartzo hialino, mas não têm tido produção ou pesquisa em andamento. Grafita é comumente associado a rochas calcissilicáticas e raramente a gnaisses, como acessório, é freqüente na região de Umburatiba e próximo à Águas Formosas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

A Folha Águas Formosas situa-se no Domínio Oriental Faixa Móvel, definido informalmente no Projeto Leste. A maioria das unidades mapeadas posicionam-se no Neoproterozóico. Foram cartografados o Complexo Gnáissico-Kinzigítico e rochas graníticas sin- a tarditectônicas: Leucogranito Carlos Chagas, Granito Pedra do Sino, Granito Wolff, Granito Ataléia, Granito Nanuque e Enderbito Mangalô.

O Complexo-Kinzigítico ocupa extensa área da porção oriental da folha, representado principalmente por um paragnaisse de granulação fina a média de cor cinza-escura, finamente laminado, com discretos porfiroblastos de feldspato em uma matriz formada de quartzo, feldspato, biotita, granada, grafita, cordierita e sillimanita. Contém, com frequência níveis de rocha calcissilicática intercalados. Essas rochas são de cor cinza-escura-esverdeada, de granulação fina a média, compostas de quartzo, feldspato, piroxênio, anfibólio ,biotita, titanita, carbonato, granada e grafita. No interior dos gnaisses são observados mobilizados quartzo-feldspáticos.

O Leucogranito Carlos Chagas possui ampla distribuição na folha estando geralmente associado às demais unidades, em contatos quase sempre transicionais. É formado por um granito de cor clara e granulação grossa, às vezes porfiroblástico, algo foliado, sendo composto por quartzo, plagioclásio, ortoclásio e/ou microclina, pouca biotita, granada em cristais de até 10cm e sillimanita. Notam-se mobilizados quartzo-feldspáticos onde se desenvolvem cristais centimétricos de cordierita verde e lilás e agregados de granada.

O Granito Pedra do Sino ocorre em toda a folha sempre assumindo um relevo mais alçado. Esta unidade foi definida na presente folha onde a área tipo é a Pedra do Sino, situada a oeste de Crisólita e que recebeu esta denominação devido a sua forma. Trata-se de um granito de cor cinza, porfirítico, quase sempre orientado. Os fenocristais de feldspato variam de 1 a 4cm. A matriz é de granulação grossa, composta de quartzo, feldspato, biotita, granada e sillimanita. A composição varia de granítica a tonalítica. É sempre permeado por mobilizados quartzo-feldspáticos contendo granada e cordierita.

O Granito Wolff surge em uma pequena porção no extremo oeste da folha. Constitui uma rocha de granulação fina a grossa, localmente porfirítica, cor cinza-claro, de composição granítica a tonalítica, podendo encerrar restos de gnaisses kinzigíticos. A matriz é composta de quartzo, plagioclásio, biotita, microclina, K-feldspato, granada, podendo conter cordierita e sillimanita.

O Granito Ataléia ocorre no extremo meridional da folha em área de poucos afloramentos, assumindo grandes proporções na Folha Carlos Chagas. Trata-se de uma rocha de cor cinza, de granulação média a grossa, algo porfirítica, de composição granítica a tonalítica. É composta de quartzo, feldspato (plagioclásio, ortoclásio e/ou microclina), biotita, granada e sillimanita. Os fenocristais de feldspato podem chegar a 7cm. É sempre cortada por venulações neoformadas.

O Granito Nanuque aparece na porção leste da folha, em faixas alongadas segundo NE, apresentando contatos transicionais com o Leucogranito Carlos Chagas. A rocha dominante é um granito porfirítico de cor cinza, isotrópico a bem foliado. É caracterizado pela presença de fenocristais de feldspato centimétricos e abundantes, em uma matriz de cor cinza, de granulação média a grossa, composta de quartzo,

feldspato, biotita e granada. A granada ocorre tanto na matriz como nas porções quartzo-feldspáticas de caráter pegmatóide.

O Enderbito Mangalô é caracterizado por rocha de granulação fina a média, isotrópica, de cor cinza a esverdeada, podendo exibir porções porfiríticas com feldspato esverdeado de até 8 cm imersos em matriz de granulação média a grossa. A rocha guarda uma assembléia mineral feita de quartzo, feldspato, biotita, hiperstênio e granada, ocorrendo associada aos gnaisses kinzigíticos.

O Allanita Granito é uma entidade granítica, pós-tectônica ocorrente em forma de pequenos corpos distribuídos em toda a folha e mesmo formando diques localizados. Esta manifestação granítica aparece cortando qualquer outro litótipo. É uma rocha de granulação fina a média, composta de quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita, allanita e titanita. Notam-se fenocristais de feldspato de 2 a 3cm, dispersos na matriz.

As coberturas detrito-lateríticas são constituídas por material residual arenoso com frações argilosas de granulação média a grossa, de cor amarelo-esbranquiçado chegando a 1m de espessura. Ocorrem ocupando as cotas mais elevadas, formando inúmeras chapadas como a do Pampã.

A área apresenta dois domínios com identidades estruturais distintas. No setor leste nota-se o alongamento das unidades litológicas paralelamente às falhas regionais de direção NE que geram zonas de cisalhamento de mergulhos altos, sugerindo forte componente transcorrente. No setor oeste notam-se também falhas de alto mergulho, porém mais esparsas, curtas e descontínuas. Notam-se também estruturas retilíneas longas e entrecruzadas, sugestivas de falhas de gravidade, algumas preenchidas por diques básicos. A maioria das medidas de bandamento, foliação e lineação é bastante coincidente ao *trend* geral regional definido ao redor de N35E. Há uma tendência dos valores a oeste de serem mais freqüentes a N25E, especialmente a lineação mineral dada por porfiroblastos de feldspato centimétricos. Direções ao redor de N60W a N80W foram freqüentemente registradas em foliação e bandamento e coincidem com as de *shear-bands* que afetam localmente as estruturas regionais.

Os recursos minerais da folha são restritos aos de consumo na construção civil, tais como areia e argila retiradas dos depósitos aluviais. A argila é usada em cerâmica vermelha, na fabricação de tijolos e telhas. Nos arredores das cidades de Águas Formosas, Bertópolis, Pavão, Machacalis, Crisólita e Umburatiba existem pedreiras onde são extraídos blocos de granito e brita, usados localmente na calçamento de ruas e pavimentação de estradas. A área é pobre em bens minerais provenientes de pegmatitos, havendo na região de São Pedro pequenos corpos com alguma mineralização de turmalina, muscovita e feldspato. A área abrangida pela Folha Águas Formosas possui potencial para extração de rochas ornamentais principalmente no Leucogranito Carlos Chagas, Granito Pedra do Sino, Granito Nanuque e Enderbito Mangalô.

5.2 Recomendações

É recomendado o estudo da viabilidade econômica para o uso dos granitos presentes na Folha Águas Formosas como rochas ornamentais. Os granitos mais indicados seriam: Leucogranito Carlos Chagas, Granito Pedra do Sino, Granito Nanuque e Enderbito Mangalô. Todas essas rochas ocorrem em forma de lajedos ou em morros isolados, com morfologia de pães-de-açúcar.

É recomendado também o estudo do uso do Leucogranito Carlos Chagas como fonte de feldspato através de aquecimento e crepitação deste mineral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. de. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, 1979, Salvador. *Anais*... Salvador, Soc. Bras. Geol., 1981. p.1-10.

_____. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, v.7, n.4, p.349-364, 1977.

_____, AMARAL, G., CORDANI, U.G., et al. The Pre-cambrian evolution of the South American craton margin south of the Amazon river. In: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. (Ed.). - The Ocean Basin and Margins, 1, New York: Plenum Press, 1973. p.441-446.

_____, MARTIN, F.C., FURQUE, G. et al. Mapa Geológico da América do Sul, escala 1: 5.000.000. Brasília: DNPM/CGMW/UNESCO, 1978.

_____, HASUI, Y. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 378p.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Manual Técnico do Departamento de Geologia. Rio de Janeiro: CPRM, 1996.

CUNNINGHAM, W.D., MARSHAK, S., ALKMIM, F.F. Structural style of basin inversion at mid-crustal levels: two transects in the internal zone of the Brasiliano Araçuaí Belt, Minas Gerais, Brazil. *Precambrian Research,* Amsterdam, n.77, p.1-15, 1996.

DELGADO, I.M., PEDREIRA, A.J. Mapa Tectono-Geológico do Brasil, escala 1:7.000.000. Brasília: DNPM/CPRM, 1995.

DNPM – Dep. Nac. da Produção Mineral. *Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral*. Brasília: DNPM, 1994a, v.1, 146p.

FONTES, C.Q., NETO, C., COSTA, M.R.A., et al. *Projeto Jequitinhonha:* relatório final. Belo Horizonte: DNPM/CPRM 1978, 10v.

FREITAS, E.M. de., PEREIRA, R.F. Uso potencial da terra - Climatologia. In: *Projeto RADAMBRASIL:* Folha Rio Doce – SE.24. Rio de Janeiro: IBGE, 1987, v.34, Cap.5, p.512-544, il, mapas.

GROS, J., Coord. *Diagnóstico Setorial Gemas e Jóias do Nordeste do Estado de Minas Gerais.* Teófilo Otoni: GEOAGRO CONSULT ENGENHARIA LTDA, 1993. 76p.

GROSSI-SAD, J.H., LOBATO, L.M., PEDROSA-SOARES, A.C., et al. *Projeto Espinhaço em CD-ROM (texto e anexos)*. Belo Horizonte: COMIG, 1997. 2693p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Censo Demográfico de 1991. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 1037p.

JORDY FILHO, S. Vegetação; as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: *Projeto RADAMBRASIL*: Folha Rio Doce – SE.24. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v.34, Cap.4, p.353-416, il, mapas.

KRÖNER, A. Precambrian mobile belt of Southern and Eastern Africa. Ancient sutures or sites of ensialic mobility? A case of crustal evolution toward plate tectonics. *Tecnophysics*, Amsterdam, n.40, p.101-135, 1977.

LEONARDOS, O.H., FYFE, W.S. Ultrametamorphism and melting of a continental margin: the Rio de Janeiro region, Brazil. Contrib. Mineral. Petrol., Berlim, v.46, p.201-214, 1974.

MACHADO, N., VALLADARES, C., HEILBRON, M., et al. U-Pb geochronology of the central Ribeira Belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. Precambrian Research, Amsterdam, v.79, p.347-361, 1996.

MASCARENHAS, J.F. Evolução geotectônica do Pré-Cambriano do oeste da Bahia. In: INDA, H.V.A. (Ed.). Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia. Salvador: SME-BA, 1979. p.25-53. [Textos Básicos, 2].

PADILHA A.V., VASCONCELLOS, R.M. de, GOMES, R.A.A.D. Evolução Geológica. In: PINTO, C.P. Projeto Barbacena, Folha Lima Duarte - SF.23-X-C-VI. Brasília: DNPM/CPRM, 1991. Cap.6, p.151-173.

PEDROSA-SOARES, A.C., DARDENNE, M.A., HASUI, Y., et al. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: COMIG, 1994.

_____, NOCE, C.M., VIDAL, PH., et al. Discussão sobre o novo modelo tectônico para a Faixa Araçuaí - Oeste Congolesa. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, v.45, n.1/2, p.38-40, 1992a.

_____, _____, _____, *et al.* Toward a new tectonic model for the Late Proterozoic Araçuaí (SE Brazil) - West Congolian (SW Africa) Belt. *Journal of South America Earth Sciences*, Oxford, v.6, n.1/2, p.33-47, 1992b.

QUARESMA, L.F. Economia Mineral: Evolução e Panorama no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: DNPM, 1993. 29p. (inédito).

REZENDE, J.P., VALVERDE, S.R., SILVA, A.A.L., et al. Zoneamento econômico do Estado de Minas Gerais, Vale do Jequitinhonha. Viçosa: UFV/Dep. Eng. Florestal, Soc. Invest. Florestais., 1991. 189p.

SANTOS, J.H.G., VIEIRA, E.I., SILVA, G.B. Pedologia; levantamento exploratório de solos. In: *Projeto RADAMBRASIL:* Folha Rio Doce – SE.24. Rio de Janeiro: IBGE, 1987, v.34, Cap.3, p.229-352, il, mapas.

SCHOBBENHAUS, C., CAMPOS, D.A., DERZE, G.R., et al. (coord.) Geologia do Brasil - Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais. Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984. 501p. il.

SCLIAR, C. A persistência da questão garimpeira no Brasil. *A Terra em Revista*, Belo Horizonte, CPRM, n.2, p.43-49, 1996.

SEPLAN/MG – SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO PERFIL SOCIOECONÔMICO; *Macrorregião de Planejamento IX – Mucuri.* Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro. 1994. v.9.

SILVA FILHO, M.A. da, MORAES FILHO, O., FIGUEROA, I., et al. *Projeto Sul da Bahia.* Salvador: CPRM, 1974. 15v. (Relatório Final).

SILVA, J.M.R., LIMA, M.I.C., VERONESE, V.F., et al. Geologia. In: *Projeto RADAMBRASIL:* Folha Rio Doce – SE.24. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v.34, Cap.1, p.23-172, il, mapas.

SÖLLNER, F., LAMMERER, B., WEBER-DIEFENBACH, K. Die Krustenentwicklung in der Küstenregion nördlich von Rio de Janeiro/Brasilien. Münchner Geol. Hefte 4, p.1-100, 1991.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rocks its proper name. Earth Sci. Rev. n.12, p.1-33, 1976.

APÊNDICES

1 Súmula dos Dados Físicos de Produção

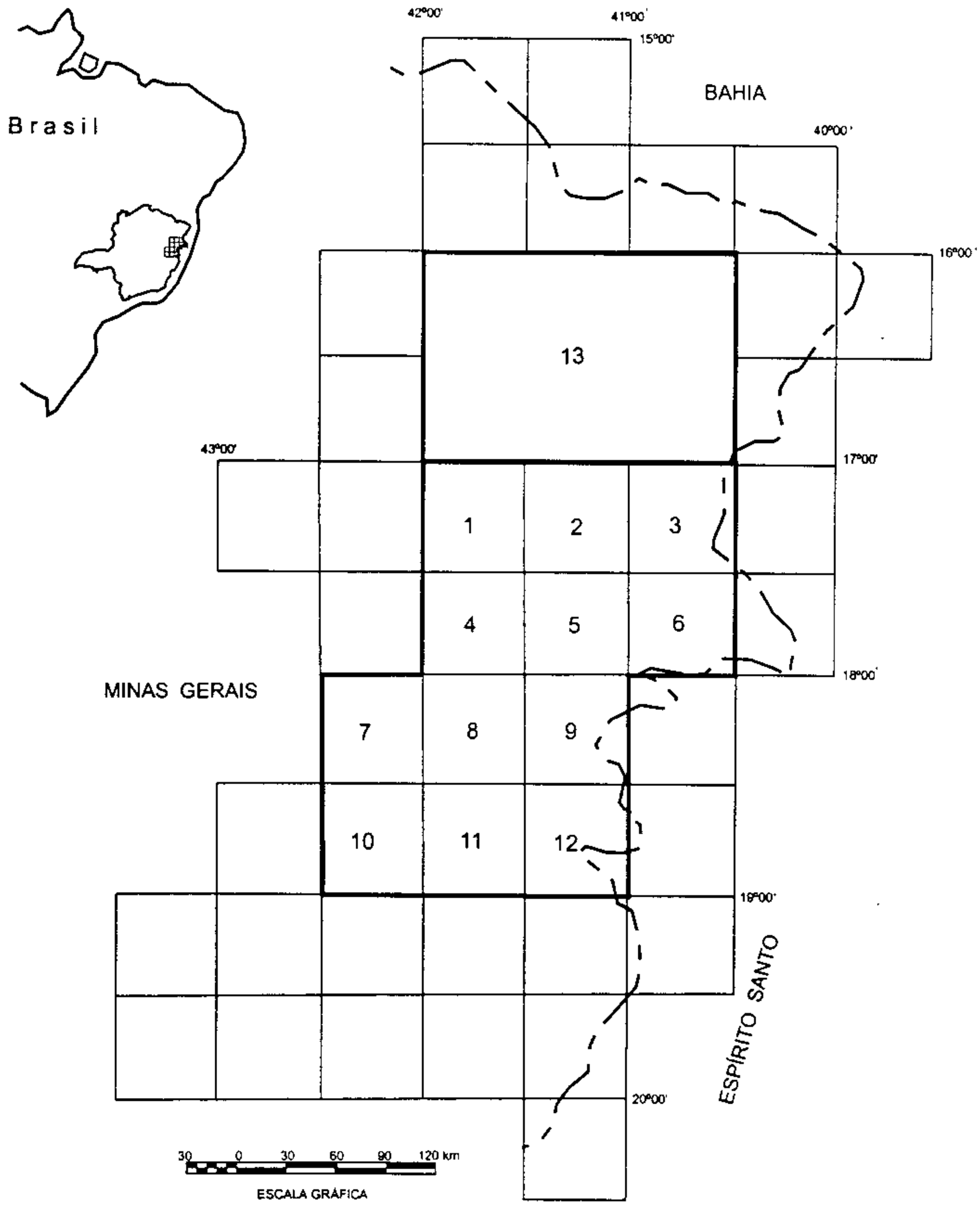
NATUREZA DA ATIVIDADE	UNIDADE	TOTAL
Afloramentos Descritos	Un	424
Perfil Geológico	Km	2061
Área Mapeada	km^2	3000
Dias de Campo por Geólogo	Un	111
Amostras Laminadas	Un	95
Ocorrências Minerais Cadastradas	Un	17

2 Coordenadas das Amostras Plotadas nos Diagramas QAP

ESTAÇÃO	UTM E	UTM N
CF-16	291050	8081300
CF-27	294800	8105350
CF-28	294100	8103000
CF-31	295300	8099750
CF-32	296700	8097300
CF-33	296100	8095050
CF-38	302900	8091300
CF-42	302750	8098550
CF-44A	311300	8100000
CF-48	315100	8106100
CF-49	313500	8102450
CF-51	311950	8100900
CF-65A	318300	8110850
CF-70	289400	8105500
CF-85B	334050	8089300
CF-94	337200	8080150
CF-97	339950	8078200
CF-99	329500	8074700
CF-104	329900	8081550
CF-116	305500	8101300
CF-118	313300	8101500
CF-138	319600	8076600

ESTAÇÃO	UTN E	UTM N
CF-152	340200	8103300
CF-169	320750	8119200
CF-182	336250	8092200
CF-198	340300	8097050
CF-211	334600	8109600
CF-226	310000	8111500
CF-229	304300	8109400
CF-236	295950	8114300
CF-249	289000	8104400
CF-252	288300	8098900
CF-254	287550	8096500
CF-258	289675	8065947
CF-262	293586	8064766
CF-271	292390	8073432
CF-272	295935	8076261
CF-277	304263	8067479
CF-279	302673	8065464
CF-285	308574	8065183
CF-313	289469	8082501
CF-314	291200	8084939
CF-319	289888	8089059
CF-323	306962	8083213

3 Localização e Articulação das Folhas do Projeto Leste Etapa I com as Respectivas Autorias:



VOL.	NOME DA QUADRÍCULA	SIGLA	MAPEADA POR
1	NOVO CRUZEIRO	SE.24-V-C-I	JOÃO CARDOSO MORAIS FILHO
2	PADRE PARAÍSO	SE.24-V-C-II	ANTÔNIO RABELO SAMPAIO
3	ÁGUAS FORMOSAS	SE.24-V-C III	CID QUEIROZ FONTES
4	TEÓFILO OTONI	SE.24-V-C-IV	VINÍCIUS JOSÉ DE CASTRO PAES
5	MUCURI	SE.24-V-C-V	MARCOS DONADELLO MOREIRA
6	CARLOS CHAGAS	SE.24-V-C-VI	JODAURO NERY DA SILVA
7	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	SE.23-Z-B-III	SÉRGIO LIMA DA SILVA
8	ITAMBACURI	SE.24-Y-A-I	NICOLA SIGNORELLI
9	ATALÉIA	SE.24-Y-A-II	MANUEL PEDRO TULLER
10	MARILAC	SE.23-Z-B-VI	JOSÉ HELENO RIBEIRO
11	GOVERNADOR VALADARES	SE.24-Y-A-IV	WILSON LUIS FÉBOLI
12	ITABIRINHA DE MANTENA	SE.24-Y-A-V	VALTER SALINO VIEIRA
13	ALMENARA	SE.24-V-A	ITAIR ALVES PERILLO

4 Documentação e Volumes Publicados do Projeto Leste – Etapa I Disponíveis para Consulta e Aquisição por Compra:

Relatórios Técnicos Temáticos:

Geologia – Texto Explicativo do Mapa Geológico Integrado - escala 1:500.000

Cadastramento de Recursos Minerais – Pegmatitos - V. 1

Petrografia da Porção Leste de Minas Gerais

Geologia Estrutural e Tectônica da Porção Leste de Minas Gerais

Relatórios Técnicos por Quadrícula:

Volume 01: Folha Novo Cruzeiro - SE.24-V-C-I

Volume 02: Folha Padre Paraíso - SE.24-V-C-II

Volume 03: Folha Águas Formosas - SE.24-V-C-III

Volume 04: Folha Teófilo Otoni - SE.24-V-C-IV

Volume 05: Folha Mucuri - SE.24-V-C-V

Volume 06: Folha Carlos Chagas - SE.24-V-C-VI

Volume 07: Folha Santa Maria do Suaçuí - SE.23-Z-B-III

Volume 08: Folha Itambacuri - SE.24.Y-A-I

Volume 09: Folha Ataléia - SE.24-Y-A-II

Volume 10: Folha Marilac - SE.23-Z-B-VI

Volume 11: Folha Governador Valadares - SE.24-Y-A-IV

Volume 12: Folha Itabirinha de Mantena - SE.24-Y-A-V.

Mapas Geológicos:

Mapa Geológico na escala 1:500.000:

Mapa Geológico Integrado - Versão 1

Mapa Geológico na escala 1:250.000:

Folha Almenara - SE.24-V-A

Mapas Geológicos na escala 1:100.000, Carta de estações de campo 1:100.000, Carta e planilha com dados estruturais. Disponíveis também em arquivos digitais:

Folha Novo Cruzeiro - SE.24-V-C-I

Folha Padre Paraíso - SE.24-V-C-II

Folha Águas Formosas - SE.24-V-C-III

Folha Teófilo Otoni - SE.24-V-C-IV

Folha Mucuri - SE.24-V-C-V

Folha Carlos Chagas - SE.24-V-C-VI

Folha Santa Maria do Suaçuí - SE.23-Z-B-A-III

Folha Itambacuri - SE.24.Y-A-I

Folha Ataléia - SE.24-Y-A-II

Folha Marilac - SE.23-Z-B-VI

Folha Governador Valadares - SE.24-Y-A-IV

Folha Itabirinha de Mantena - SE.24-Y-A-V

Base de Dados: MicroSIR

Projeto Leste Etapa I – Folhas 1:100.000.

AFLO – descrição de afloramentos.

PETR – petrografia microscópica.

META – recursos minerais.

5 ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

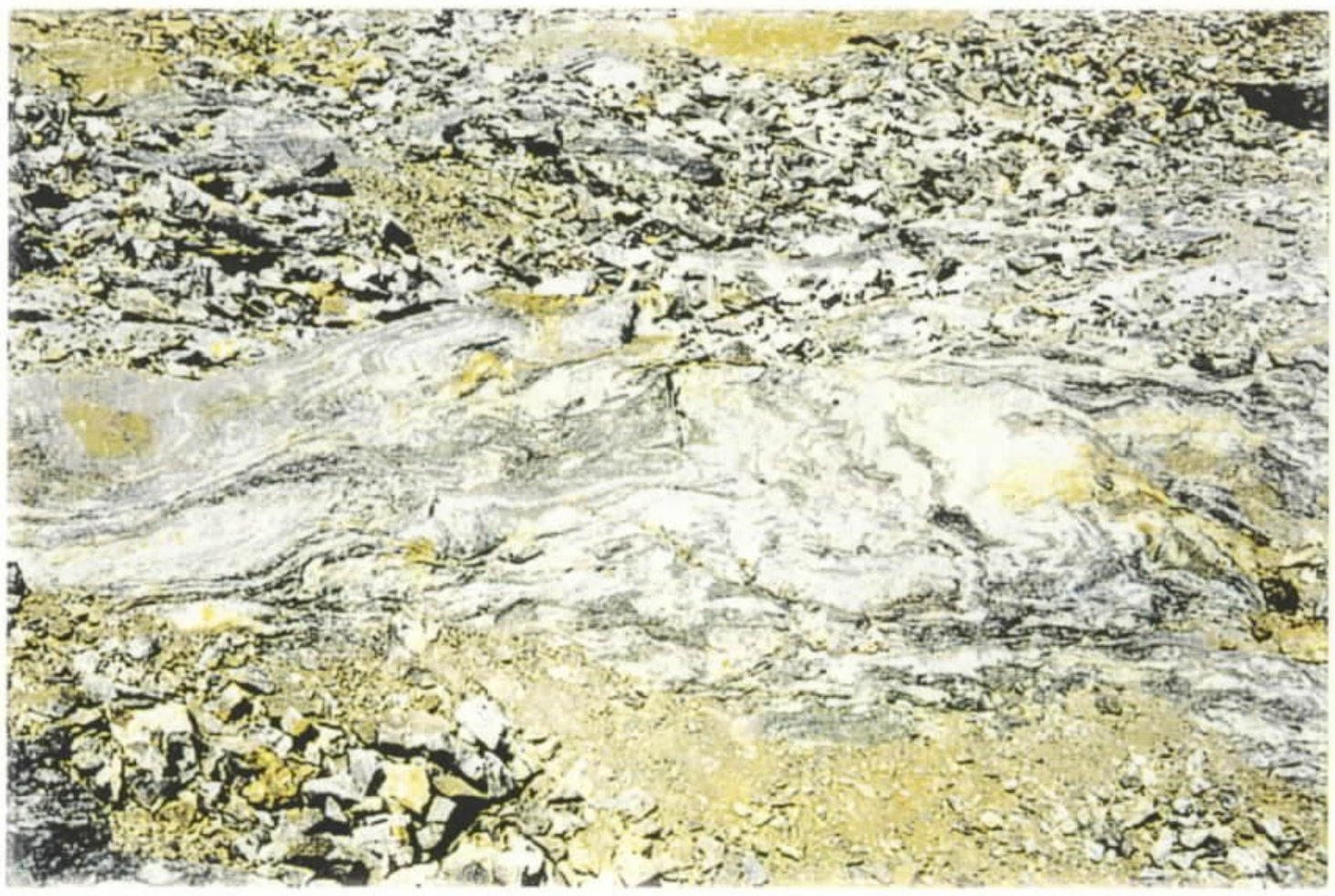


Foto 2.1 Gnaisse cinza médio a escuro, filetado de composição kinzigítica, com venulações neossomáticas de leucogranito pegmatóide granatífero-cordierítico em contatos abruptos. Restitos biotíticos. Fração leucossomática em alta proporção (>60%) em migmatito intensamente dobrado isoclinalmente em geral. Gnaisse Kinzigítico.
Fazenda Laranjeiras.
Estação CF-361.
UTM 308585/8089887.

Foto 2.2 Gnaisse de composição kinzigítica cinza-médio a escuro, com venulações e bolsões leucossomáticos de granito granatífero e pegmatóide em dobras; inclusão decimétrica de biotita gnaisse. Gnaisse Kinzigítico.
Rio Alcobaça.
Estação CF-059.
UTM 318800/8106850.

Foto 2.3 Lentes esfarrapadas biotíticas de granulação grossa com cristais milimétricos de granada envoltas por neossoma de leucogranitóide granatífero. Gnaisse Kinzigítico.
Águas Formosas.
Estação CF-025.
UTM 294200/8109050.

Foto 2.4 Gnaisse de composição kinzigítica com venulações e bolsões de leucogranito granatífero/cordierítico, decimétricos; intercalação extensa de biotita gnaisse fino com pouca granada dispersa. Gnaisse Kinzigítico.
Rio Alcobaça.
Estação CF-059.
UTM 318800/8106850.

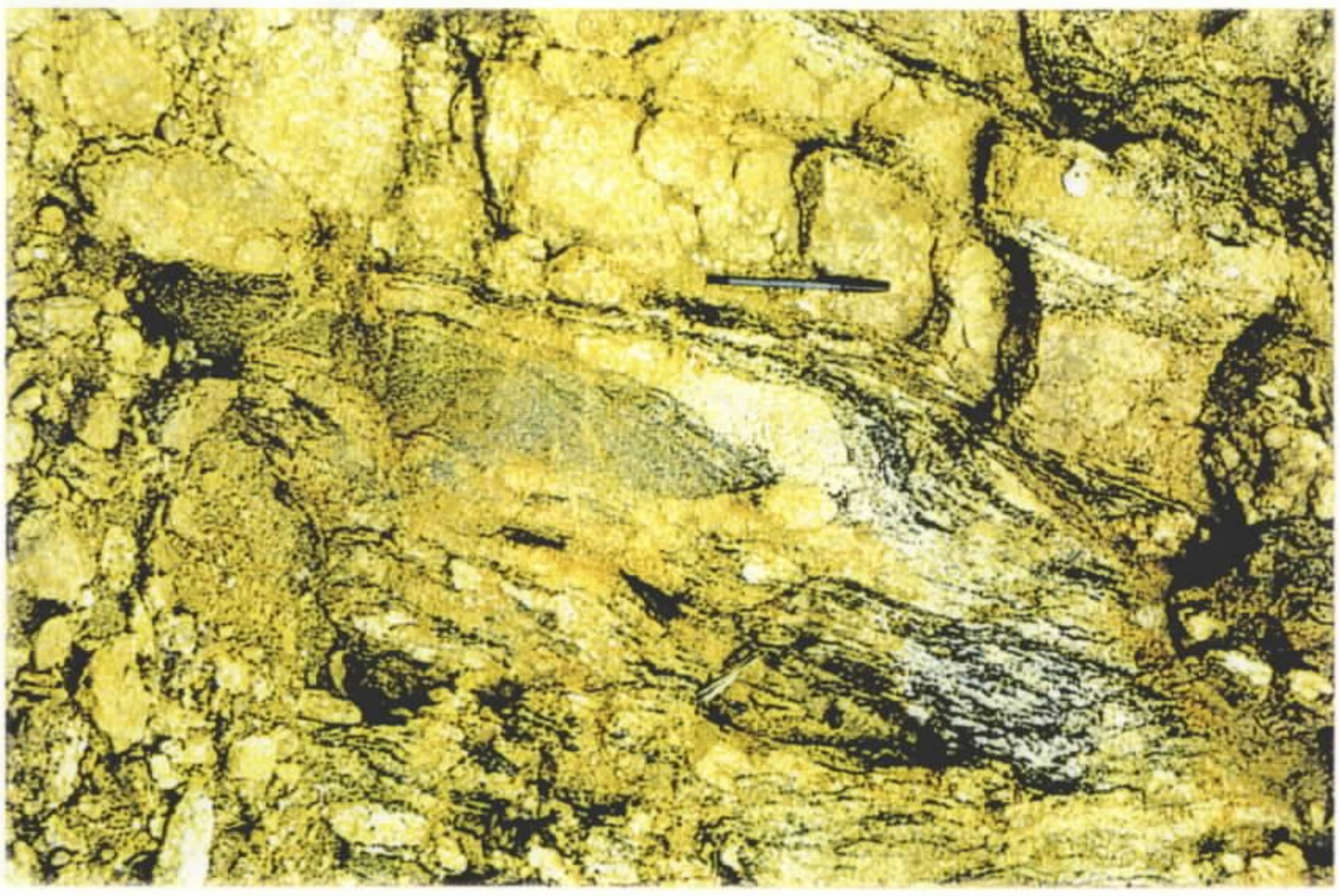


Foto 2.5 Leucognaisse granatífero contendo lâminas biotíticas e lentes de biotita gnaisse e venulação quartzo-feldspática em dobra isoclinal junto a mobilizado pegmatóide concordante ao bandamento. Unidade: Gnaisse Kinzigítico.
Crisólita.
Estação CF-008.
UTM 295750/8093100.

Foto 2.6 Gnaisse de composição kinzigítica, cinza-médio a escuro, permeado por neossoma de leucogranitóide granatífero médio, em intenso dobramento isoclinal. Gnaisse Kinzigítico.
Fazenda São José.
Estação CF-058.
UTM 304150/8117200.

Foto 2.7 Gnaisse bandado de composição kinzigítica cinza-escuro a preto com venulações e bolsões pegmatóides concordantes e discordantes; mesodobras isoclinais em cisalhamento subvertical. Gnaisse Kinzigítico.
Umburatiba.
Estação CF-083.
UTM 333350/8091350.

Foto 2.8 Porções neossomáticas de leucogranito pegmatóide granatífero/cordierítico em restitos biotíticos. Clivagem de fratura e pequeno cisalhamento paralelos à escala. Gnaisse Kinzigítico.
Umburatiba.
Estação CF-084.
UTM 333700/8090200.

Foto 2.9 Leucossoma de granitóide granatífero/cordierítico em contatos geralmente abruptos com mesossoma biotítico cinza-médio. Leucogranito Carlos Chagas.
Crisólita/Pavão.
Estação CF-016.
UTM 291050/8081300.

Foto 2.10 Leucogranitóide granatífero de granulação grossa contendo agregados de granada e de cordierita. Nebulitos de mesossoma biotítico cinza-claro, de contatos difusos. Leucogranito Carlos Chagas.
Crisólita/Águas Formosas.
Estação CF-033.
UTM 296100/8095050.

Foto 2.11 Leucogranitóide granatífero-cordierítico com porções mesossomáticas de granulação média homogêneas, cor cinza, permeadas por leucossoma granatífero / cordierítico pegmatóide; contatos difusos. Leucogranito Carlos Chagas.
Fazenda Estrela do Norte (próximo à Crisólita).
Estação CF-352.
UTM 299360/8094912.

Foto 2.12 Venulação pegmatóide decimétrica de contatos difusos a quartzo, feldspato, biotita e granada rara, em leucogranitóide granatífero (leucossoma com agregados de granada em mesossoma cinza). Leucogranito Carlos Chagas.
Fazenda Águas Formosas.
Estação 1411 - CF-070.
UTM 289400/8105500.

Foto 2.13 Venulação pegmatóide decimétrica de contatos difusos, rica em agregados de cordierita, contendo quartzo, feldspato, biotita rara e granada, encaixada em leucogranitóide granatífero. Leucogranito Carlos Chagas.
Fazenda Águas Formosas.
Estação CF-070.
UTM 289400/8105500.

Foto 2.14 Mesossoma acinzentado e neossoma branco difusamente entremeados em diatexito quase isotrópico, com pouca granada e homogêneo texturalmente, com neossoma mais distinto do mesossoma e incluindo agregados centimétricos de granada e/ou cordierita, sendo pobre em biotita. Leucogranito Carlos Chagas.
Fazenda Águas Formosas.
Estação CF-070.
UTM 289400/8105500.

Foto 2.15 Leucogranitóide granatífero com fração mesossomática cinza-claro, homogênea, raros porfiroblastos, permeada difusamente por leucossoma granítico branco rico em agregados de granada, em manchas centimétricas. Leucogranito Carlos Chagas.
Águas Formosas.
Estação CF-249.
UTM 289000/8104400.

Foto 2.16 Neossoma em vênulas e bolsões de contatos difusos de leucogranitóide granatífero (agregados de até 8cm de diâmetro) permeando mesossoma de granitóide cinza gnáissico. Leucogranito Carlos Chagas.
Estrada Pavão–Águas Formosas (Fazenda Saiçã).
Estação CF - 012.
UTM 294600/8088000.

Foto 2.17 Manchas centimétricas (dobras isoclinais) de leucogranitóide granatífero em mesossoma gnáissico cinza, com contatos difusos irregulares e restitos biotíticos. Leucogranito Carlos Chagas.
Crisólita/Pavão.
Estação CF-016.
UTM 291050/8081300.

Foto 2.18 Granitóide gnáissico porfiroblástico cinza com alta proporção de porfiroblastos de K-feldspato orientados paralelamente revoltos ou caóticos, coalescentes localmente; nebulitos biotíticos. Rocha sem granada. Granito Pedra do Sino.
Próximo à Fazenda Itaúna.
Estação CF-334.
UTM 288840/8085188.

Foto 2.19 Granitóide cinza com porfiroblastos geralmente orientados paralelamente, algum entelhamento e raros com dimensões maiores, destacados. Clivagem e fratura. Granito Pedra do Sino.
Próximo à fazenda Itaúna.
Estação CF-334.
UTM 288840/8085188.

Foto 2.20 Granitóide porfiróide com granada, orientado com lentes de biotita gnaisse fino, deformadas; discretas manchas leucossomáticas granatíferas; clivagem de fratura. Granito Nanuque.
Fazenda Itaberaba (próximo a Umburatiba).
Estação CF-182.
UTM 336250/8092200.

Foto 2.21 Fração mesossomática de granitóide cinza permeada por neossoma de leucogranitóide granatífero e pegmatóide com agregados azulados centimétricos de cordierita, granada e borda biotítica. Granito Pedra do Sino.
Machacalis.
Estação CF-065.
UTM 318300/8110850.

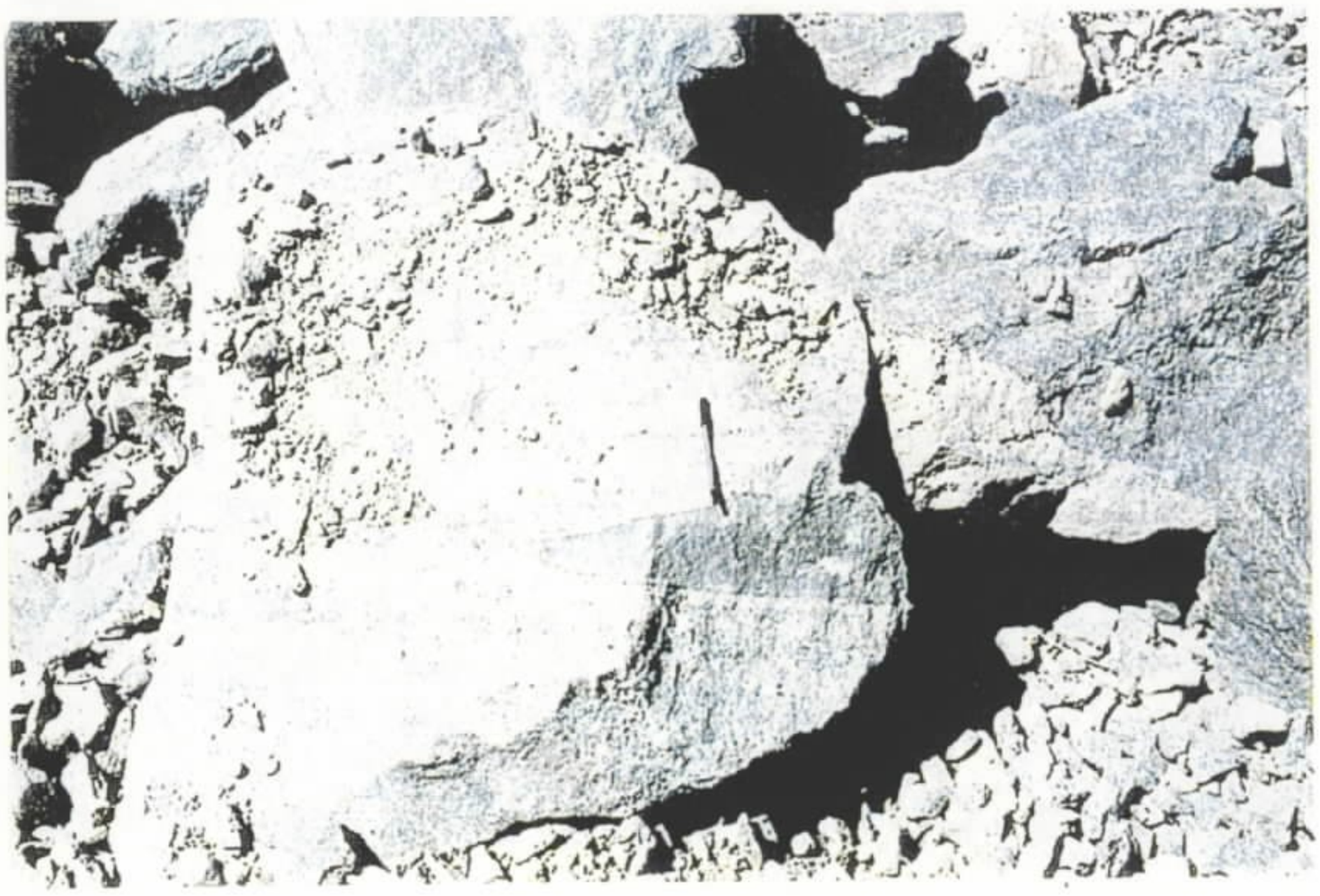


Foto 2.22 Lente decimétrica de biotita gnaisse fino com borda biotítica, intercalada em diatexito nebulítico com manchas claras leucograníticas granadíferas. Granito Pedra do Sino. Machacalis.
Estação CF-065.
UTM 318300/8110850.

Foto 2.23 Mesossoma de granitóide cinza com pequenos nebulitos biotíticos permeado por baixa proporção de leucossoma granítico em vênulas conformando dobras ptigmáticas ou em manchas difusas. Granito Pedra do Sino.
Córrego Larga Mulher.
Estação CF-094
UTM 337200/8080150.

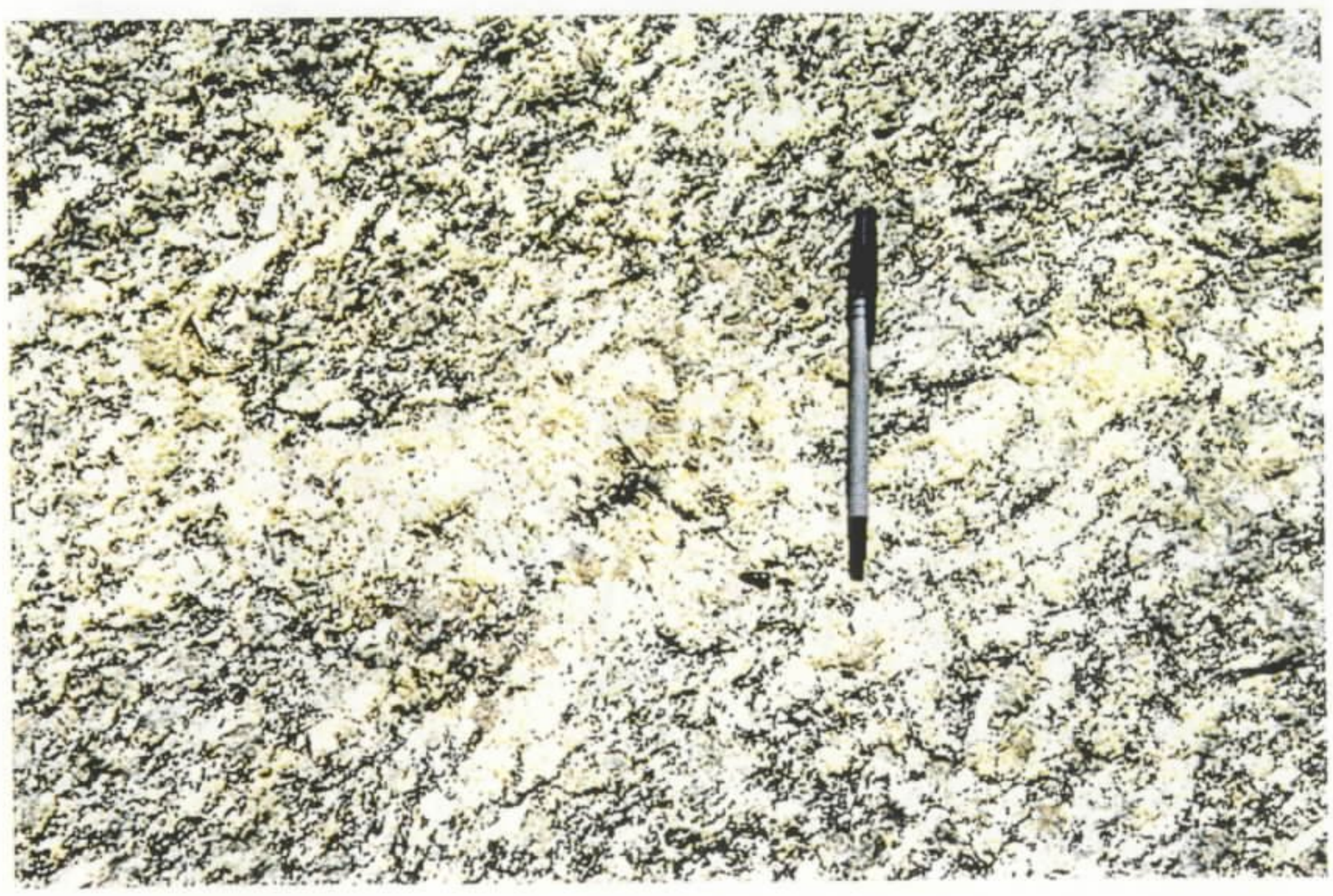


Foto 2.24 Granitóide porfiróide com granada destacando manchas leucossomáticas granatíferas (agregados centimétricos) que se encontram difusamente distribuídas. Granito Nanuque.
Fazenda Itaberaba (próximo a Umburatiba).
Estação CF-182.
UTM 336250/8092200.

Foto 2.25 Granitóide porfiróide com granada, destacando orientação variável dos pórfiros e distribuição de agregados de granada em discretas manchas leucossomáticas; clivagem de fratura. Granito Nanuque.
Fazenda Itaberaba (próximo a Umburatiba).
Estação CF–182.
UTM 336250/8092200

Foto 2.26 Leucogranitóide granatífero com venulações pegmatóides e enclaves biotíticos centimétricos; clivagem de fratura. Allanita Granito.
Fazenda Vista Alegre.
Estação CF-285.
UTM: 308574/8065183.

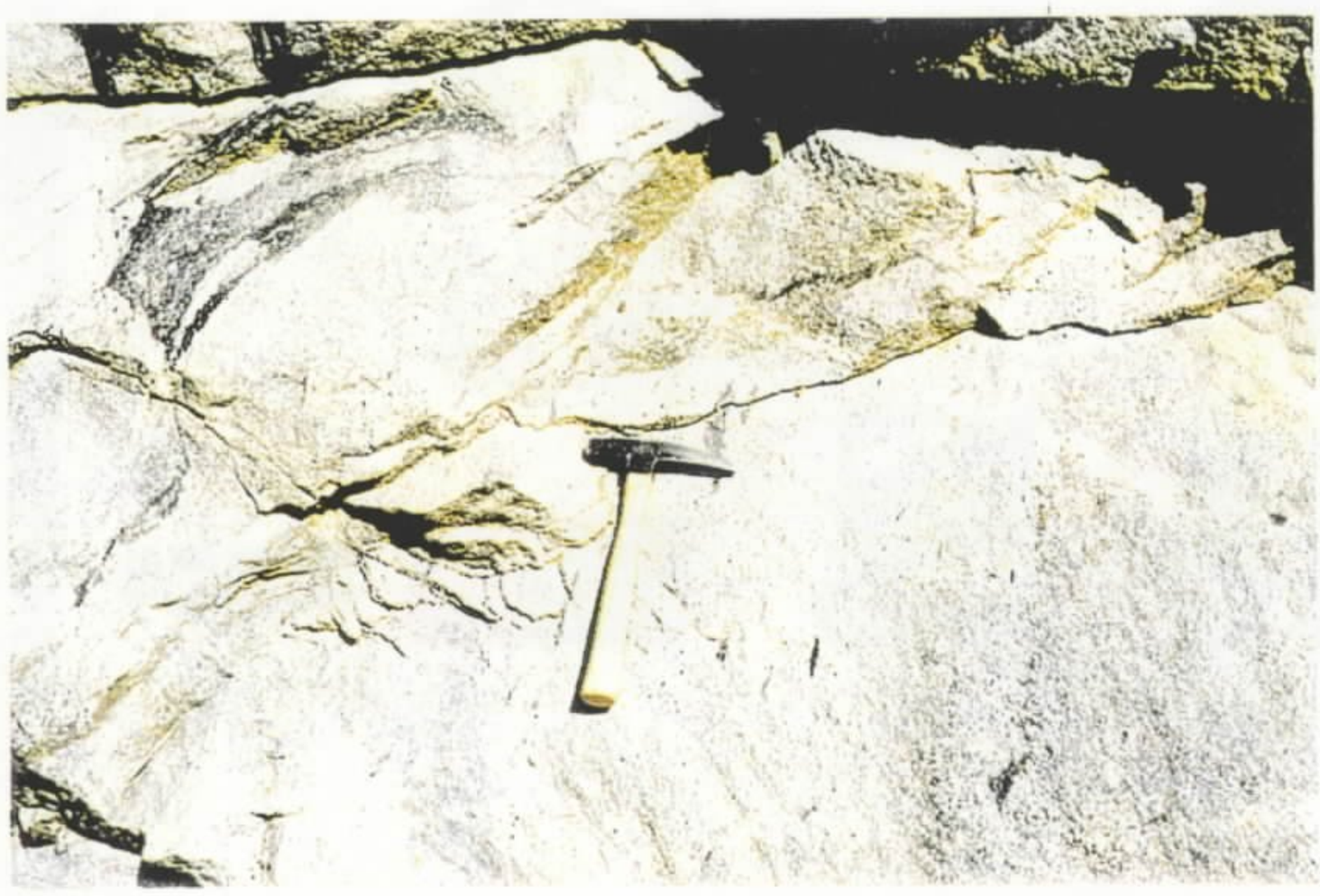


Foto 2.27 Leucogranitóide granatífero levemente orientado, com venulações pegmatóides contendo granada de contatos difusos; restitos biotíticos e enclaves centimétricos. Allanita Granito.
Fazenda Vista Alegre.
Estação CF-285.
UTM 308574/8065183.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

SE.24-V-C-III- ÁGUAS FORMOSAS - MAPA GEOLÓGICO

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

SINÓPSE GEOLÓGICA

INTRODUÇÃO

O Projeto Leste ocupa a região entre os paralelos 16° S e 20° S desde a Serra do Espinhaço à divisa com os estados do Espírito Santo e Bahia. Estão representados nessa região um núcleo antigo (Núcleo Guanhães) contornado por uma faixa móvel a leste (Província Geotectônica Mantiqueira - Faixa Ribeira/Araçuaí). Naquele núcleo afloram rochas do Paleoproterozóico/Arqueano representadas por ortognaisses, granitóides e seqüências vulcano-sedimentares (anfibolito, formação ferrífera, quartzito e xistos). Na faixa móvel estão representadas rochas ortognáissicas paleoproterozóicas (gnaisses TTG?) retrabalhadas e neoproterozóicas (xistos e gnaisses paraderivados), granitos meta- a peraluminosos pré- a tardi-tectônicos brasilianos. Essa faixa móvel foi dividida em dois domínios, oriental e ocidental, com base em critérios tectônicos e petrográficos, sem que isso implique zonas interna e externa da faixa. Teve apenas caráter prático visando facilitar o entendimento da estratigrafia e evolução tectono-metamórfica. Nessa primeira etapa do projeto foram mapeadas 12 folhas na escala 1:100.000 e cadastrados 605 jazimentos minerais, dos quais 133 de rochas e minerais industriais e 481 de gemas em pegmatitos ou em depósitos secundários.

ESTRATIGRAFIA

Gnaisse Kinzigítico - Ocupa de maneira contínua praticamente toda a metade oriental da folha, e áreas isoladas na metade ocidental e são frequentes intercalações de leucogranitos nesses domínios. Na metade oriental desenvolve relevo tipo chapada (Chapada José Torres, Chapada do Pampã), com os afloramentos restritos às drenagens e partes inferiores das encostas. A presença de rochas calcissilicáticas produz solo bastante argiloso, marrom-avermelhado, e a de rochas quartzosas, um solo arenoso grosso de tonalidade amarelo-claro. A rocha dominante é um migmatito. A fração melanossomática é um biotita gnaisse cinza escuro, fino a médio, finamente foliado, com discretos porfiroblastos milimétricos de feldspato, pouca a rara granada de granulação fina em cristais isolados dispersos; freqüentemente contém vênulas, filetes e pequenos "olhos" ou lentes centimétricas quartzo-feldspáticas cinza esverdeadas, em geral concordantes ou conformando minúsculas dobras isoclinais. Em alguns afloramentos são encontradas palhetas submilimétricas de grafita disseminadas e sillimanita. As porções migmatíticas escuras contêm, ainda, com freqüência, intercalações de rochas calcissilicáticas, rochas quartzosas, e microgranitos sob a forma de bandas contínuas regulares em alternância de espessuras centimétricas a métricas. As rochas calcissilicáticas são cinza a cinza escuro esverdeado, de granulação fina a média, raramente grossa, homogêneas a aparentemente isotrópicas. São constituídas de quartzo, feldspato, piroxênio, anfibólio, biotita, titanita, carbonato, granada e grafita, em proporções variáveis. A fração leucossomática é um mobilizado de composição granítica, cor branca a cinza claro/creme claro, granatífero, inequigranular fino a grosso e freqüentemente pegmatóide em passagens difusas, com estrutura orientada (gnáissica) a isotrópica. Característica da rocha é a presença de cordierita, em freqüência menor que a de granada, geralmente em cristais médios de cor cinza azulada, translúcidos, que passam a esverdeados e opacos, chegando a cinza-preto nos estágios mais avançados de alteração. Forma lentes e venulações de tamanhos centimétricos a decimétricos que aumentam até massas decamétricas. As análises petrográficas realizadas permitiram a classificação da maioria das amostras de gnaisses kinzigíticos em cordierita-granada-biotita gnaisses com sillimanita; as de mobilizados leucossomáticos em cordierita-granada granito com biotita e as de rochas calcissilicáticas apresentaram diversificada composição mineralógica.

Enderbito Mangaló - Compreende três corpos restritos que ocorrem na parte sul da folha. São constituídos por matacões até métricos, ou em lajedos , sempre na drenagem de fundo dos vales que cortam chapadas. Não desenvolvem solos ou morfologias particulares, assemelhando-se àqueles dos gnaisses kinzigíticos. Os afloramentos revelam apreciável variação mineralógica e estrutural com tipos homogêneos, de granulação fina a média, isotrópicos, de cor cinza escuro-esverdeado na rocha fresca a acastanhado quando meteorizada, até porções raríssimas em porfiroblastos de feldspato esverdeado, até 8cm, geralmente idiomórficos, imersos em matriz média a grossa. Essas variações se fazem através de passagens a curta distância, mantendo sempre a estrutura isotrópica e alterando a relação matriz/quantidade e tamanho dos fenocristais; biotita e granada podem ser freqüentes a raras. A porção intemperizada dos afloramentos mostra cor marrom-claro a creme-ferruginoso que passa para tons esbranquiçados nas partes superficiais. A mineralogia inclui quartzo, feldspato (fino na matriz e em fenocristais), biotita, hiperstênio e granada.

Granito Pedra do Sino - O contato com o Gnaisse Kinzigítico é transicional ou ocorre como freqüentes enclaves nestas rochas. A rocha predominante é um granito cinza, porfiroblástico, quase sempre orientado, com arranjo plano-paralelo de agregados félsicos, palhetas ou filmes de biotita planamente dispostos e principalmente pelo alinhamento e paralelização de fenocristais de feldspato centimétricos, tabulares a oceláres de tamanho uniforme ao redor de 1 a 4 cm. São rochas a quartzo, feldspato e biotita com alguma granada e sillimanita, tendo como acessórios, allanita monazita e apatita. A composição é granítica a tonalítica. Em praticamente todas as estações a rocha granitóide é cortada por venulações de espessuras centimétricas, pegmatóides e de quartzo leitoso. O granito cinza é permeado por pequenas porções de leucossoma granatífero-cordierítico, de cor branca e granulação média a pegmatóide, em vênulas e manchas irregulares de contatos difusos, formando um migmatito de estrutura maciça/ou ou discretamente estiloítica, assinalando a passagem para o Leucogranito Carlos Chagas. Essas porções esbranquiçadas com agregados centimétricos de granada destacam-se das partes graníticas cinza que podem conter rara granada fina nas imediações de contatos.

Granito Wolff - Foi definido na Folha Mucuri, na pedreira do Wolff. Ocorre no extremo oeste da folha e se estende para a Folha Padre Paraíso, onde possui melhores exposições. Constitui um granito a granada, de granulação grossa, guardando restos de gnaisse kinzigítico em forma de pequenas ilhas que podem assumir proporções mapeáveis. Caracteriza um relevo alçado onde é comum a presença de pães de açúcar. Constitui um cordierita-biotita-granada-leucogranito, cinza claro, de composição granodiorítica a tonalítica, granulação fina a grossa podendo ser localmente porfirítico, isotrópico a discretamente orientado. Em lâmina delgada a matriz é composta de quartzo, plagioclásio, biotita, microclina, K-feldspato e granada, podendo ainda conter cordierita, sillimanita e, como acessórios, mica branca, sericita, clorita, apatita, zircão, opacos e carbonato. Uma característica marcante desta unidade é a presença de megaxenólitos de gnaisses kinzgíticos ricos em biotita e granada.

Granito Nanuque - Ocorre em dois corpos alongados situados na porção leste da folha, prolongando-se para a Folha Medeiros Neto e Folha Carlos Chagas. Este último está em contato, a oeste, com o Leucogranito Carlos Chagas e o primeiro constitui grande intercalação com o Gnaisse kinzigítico. Com esta unidade guarda relações de contatos consideradas como análogas àquelas do Granito Pedra do Sino, de caráter transicional, bordejado por faixas de intenso cisalhamento; igualmente, há presença de enclaves de biotita gnaisses cinza-escuros, de granulação fina, semelhantes às intercalações e lentes que ocorrem nos gnaisses kinzigíticos. Não chega a desenvolver características morfológicas próprias devido ao desenvolvimento de amplas chapadas nas suas áreas de ocorrência, dissecadas pela drenagem em incisões abruptas a suaves, onde se situam os únicos afloramentos disponíveis, excetua-se a região do córrego Capim Pubo onde um relevo de morros arredondados, de encostas e topos em grande parte rochosos, domina a paisagem, sem entretanto a presença de destacadas elevações. Os afloramentos geralmente constituem lajedos próximos ao sopé das vertentes extensas, quase planos e pouco salientes do solo, ou lajedos pequenos e matacões junto aos talvegues. A rocha dominante é cinza, isotrópica a bem orientada (gnaisse, augen-gnaisse ou migmatito oftálmico) com foliação dada por arranjo planar de agregados minerais, plaquetas e filmes de biotita e por feldspatos tabulares alinhados, localmente tem um bandamento fraco a difuso e irregular evidenciado por diferenças no tamanho, proporção e distribuição dos fenocristais de feldspato e pela presença de enclaves, "schlieren" e nebulitos biotíticos e veios pegmatóides paralelamente dispostos. Essencialmente é caracterizada pela presença de fenocristais de feldspato, centimétricos e abundantes, e constante de granada (em proporção estimada de 10%), em matriz cinza de granulação média a grossa (em parte fina) rica em biotita, quartzo, feldspato e granada fina. Os fenocristais de feldspato têm em média 3 a 4cm de comprimento, variando entre 1 e 12 cm, freqüentemente com inclusões de biotita submilimétrica e de quartzo. A granada ocorre, na matriz, e nas porções leucocráticas quartzo-feldspáticas grossas a pegmatóides, como cristais isolados ou mais comumente como agregados de 0,5 a 1,5cm de diâmetro densamente espaçados. A presença de enclaves centimétricos a métricos de biotita gnaisse cinza-escuro, fino, com granada, é comum nas exposições da unidade. Também "schlieren" e nebulitos biotíticos decimétricos são frequentes em diversos afloramentos, geralmente alinhados paralelamente à lineação dada pelos fenocristais de feldspato. Venulações irregulares ou retilíneas, de espessuras centimétricas, a quartzo, feldspato, granada e rara biotita, brancas a creme e de granulação fina a localmente pegmatóide, são encontradas em reduzida proporção, geralmente acompanhadas por veios centimétricos de quartzo leitoso.

Granito Ataléia - Constitui uma faixa de direção N-NE a oeste de Pavão que ultrapassa o limite sudoeste da folha adentrando a Folha Carlos Chagas. Trata-se de uma unidade interposta entre o Leucogranito Carlos Chagas e o Gnaisse Kinzigítico em passagem transitiva. É recoberto por sedimentos da Cobertura Detrito-Laterítica. A rocha é mesocrática cinza, média a grossa, geralmente porfirítica, de textura hipidiomórfica granular, às vezes com foliação bem desenvolvida. Tem composição granítica a tonalítica, sendo constituída principalmente de quartzo, feldspato (plagioclásio, ortoclásio e/ou microclina), biotita, granada e, mais raramente, sillimanita,. Como acessórios podem ser encontrados hornblenda, apatita, zircão e allanita. Os minerais secundários mais frequentes são: epidoto, mica branca, carbonato e argilomineral. O feldspato frequentemente forma fenocristais esbranquiçados e amarelados, esparsos, com tamanho de 1 a 3cm, excepcionalmente podendo atingir 7cm, geralmente tabulares e orientados segundo a foliação. A granada é milimétrica, rosa hialina, ou forma agregados de tamanho centimétrico (1 a 3cm). A sillimanita, mais rara, forma finos agregados de cristais aciculares, incolores associada à biotita. A rocha é cortada por mobilizados leucocráticos finos a pegmatóides, centimétricos a decimétricos.

Leucogranito Carlos Chagas - Ocupa toda a parte ocidental da folha, prolongando-se para as folhas contíguas, contendo em seu interior grandes corpos gnaisse kinzigítico e Granito Pedra do Sino. Ocorre também em corpos isolados e alongados, de dimensões variáveis entre 4 e 20km de extensão, alojados na grande faixa dominada pelo Gnaisse Kinzigítico na metade oriental da folha. Chapadas terciário-quarternárias são bem desenvolvidas no lado oriental e parte sudoeste da folha, onde os afloramentos estão localizados nas drenagens e nas partes baixas e médias das encostas. Nas regiões com poucas chapadas, ou ausentes, o relevo muda gradualmente de colinas baixas suavemente arredondadas a topos fortemente acidentados com pontões tipo pão-de-açúcar. O contato desta unidade com o Gnaisse Kinzigítico é transicional (podendo estar tectonicamente afetado), pela passagem gradual do predomínio do leucossoma granítico sobre o melano-mesossoma gnáissico em complexas intercalações de material progressivamente mais claro tendendo a branco, resultando no granito branco com rara biotita, rico em agregados centimétricos de granada e/ou de cordierita e frações pegmatóides de contatos difusos. O contato com o Granito Pedra do Sino é também transicional, unidade é dominada por granito leucocrático, raramente mesocrático, de granulação geralmente grossa, com estrutura *Augen*, textura hipidiomórfica a granoblástica, estrutura normalmente foliada, às vezes dobrada e transposta por zonas de cisalhamento. É constituído de quartzo e feldspato (plagioclásio, ortoclásio e/ou microclina), pouca biotita, granada que chega a 10cm de diâmetro e sillimanita. Em alguns locais, são frequentes porções de mobilizados leucocráticos onde se desenvolvem cristais centimétricos de cordierita verde e lilás, e agregados de granada. Frequentemente são observados cristais centimétricos de K-feldspato.

Allanita Granito - Forma morros arredondados de encostas parcialmente rochosas, campos de matacões e colinas baixas com lajedos extensos ao rés do chão. Os saprólitos são esbranquiçados pintalgados de preto, e passam a solo amarelado/esbranquiçado ou avermelhado claro, areno-argiloso. A rocha característica da unidade é allanita-biotita granito cinza, em parte cinza claro a escuro, de granulação média a fina, isotrópico, equigranular a inequigranular porfirítica com pequenos fenocristais (em proporção de 10 a 20%) de K-feldspato branco, de 0,5 a 1cm, raramente 2 a 3cm de comprimento, que se dispõem esparsamente pela rocha. A rocha é composta de quartzo, k-feldspato, plagioclásio, biotita, allanita e titanita.

Cobertura Detrito-Laterítica - É constituída de material residual arenoso, contendo variável fração argilosa, em geral de granulação média a grossa e cor amarelo-esbranquiçado, podendo atingir espessuras até 1m, em cuja seção o teor de areia diminui no sentido da base, passando gradualmente para solo areno-argiloso amarelo-avermelhado homogeneizado. Localmente contém blocos e fragmentos angulosos de quartzo leitoso. A unidade forma as superfícies planas, parcialmente lateritizadas, das chapadas que dominam o relevo em grandes porções da folha, especialmente no centro, sul e leste. As incisões verticalizadas da drenagem nestas chapadas expõem, nas encostas, seções que, sob a camada superficial arenosa residual, mostram dezenas de metros de espessura de solo avermelhado-amarelado.

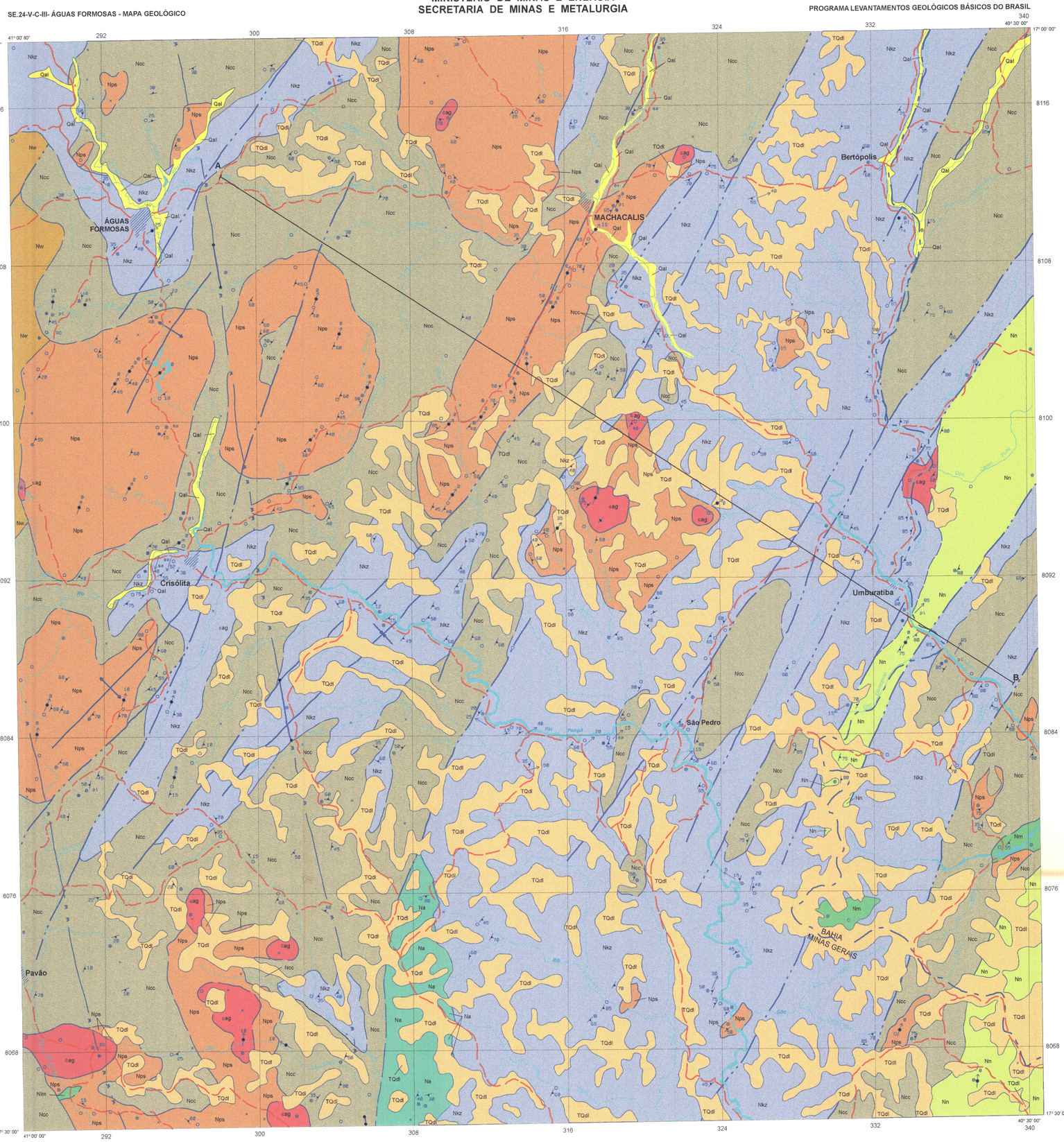
Aluvião - Constituída por depósitos de pequena expressão em trechos dos principais cursos d'água como no rio Pampã e afluente ribeirão Águas Belas próximo a Águas Formosas, rio do Norte em Machacalis. Os depósitos são formados de camadas decimétricas de cascalho e areia com zonas argilosas. Nas proximidades de Águas Formosas e de Machacalis são utilizadas como material de construção civil.

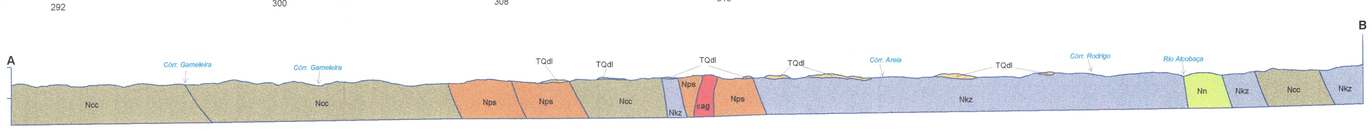
GEOLOGIA ESTRUTURAL

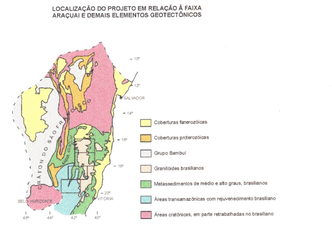
Foram caracterizadas duas porções com identidade estrutural própria, limitadas grosseiramente por um feixe de falhas de direção NE/SW que atravessam a folha. A porção leste é caracterizada por disposição das unidades em corpos alongados fortemente bandados, de mergulhos altos a subverticais, alinhados a denso sistema de falhas NE subparalelas, que podem se anastomosar. As evidências sugerem expressivo componente de transcorrência ao regime tectônico da região. A porção oeste é caracterizada por disposição de grandes corpos de granito cinza, de contornos arredondados até dobrados em parte, contidos na grande massa de leucogranito granatífero. Embora algumas falhas NE de alto mergulho tenham sido destacadas, são bem mais esparsas, curtas e descontínuas que as da porção leste. Possui também um padrão de falhas retilíneas longas, entrecruzadas, sugestivo de falhas de gravidade, em regime distensional posterior (ligado ao magmatismo básico e responsável pelo preenchimento de três segmentos de falha que atravessam a folha longitudinalmente). Ainda nessa porção, estruturas de contato entre as unidades envolvidas foram interpretadas como sinformais e antiformais, próximos à Crisólita e a Águas Formosas. Em conjunto com alguns indicadores cinemáticos, as estruturas dobradas sugerem um moderado componente compressivo na porção oeste. Os dois blocos poderiam ter sido submetidos a evoluções geotectônicas semelhantes mas com alguma diferença nos componentes dos esforços; o limite entre os mesmos corresponde a uma faixa compressiva tipo dobra-falha de direção NE e vergência para NW. A maioria dos dados estruturais é bastante coincidente com *trend* geral regional, definido ao redor de N35E; há uma tendência dos valores a oeste, em granitos cinzas, de serem mais frequentes a N25E, especialmente a lineação mineral dada por porfiroblástos de feldspato. Direções ao redor de N60W a N80W coincidem com as de *shear-bands* que afetam localmente as estruturas regionais e podem representar variações locais em transcorrências / empurrões de menor porte. Do sistema de faixas subparalelas no leste da folha destaca-se um conjunto que passa a oeste de Umburatiba (de largura aproximada de 4km) com direção ao redor de N30E; contém em seu trajeto e proximidades afloramentos extremamente dobrados e cisalhados (milonitos); estende-se para o sul da folha com inflexão suave para oeste, alargando-se para 7km no limite. Esta estrutura apresenta coincidência expressiva com alinhamento geofísico magnético bem definido, especialmente em mapa aeromagnetométrico de derivada vertical. Outro alinhamento também notável neste mapa coincide com a falha acima mencionada e contém diques de diabásio. A sequência deformativa delineada para a área tem início com uma fase mais antiga, na qual dobramento e cisalhamento de uma estrutura pretérita (provavelmente bandada) foi capaz de gerar gnaisses e migmatitos kinzigíticos orientados. Sucessivos esforços tectônicos, de uma fase subsequente, prosseguem modificando e reorientando as rochas formadas previamente e atingem também os granitos cinza porfiroídes e os granitos porfiróides granatíferos. Esta fase é fortemente associada aos processos de migmatização que geraram as massas de leucogranitos granatíferos e termina com a colocação dos granitos tardi a pos-tectônicos, sendo a principal responsável pelo arcabouço estrutural da área. Fases distensivas tardias estão ligadas à colocação de granitos finos isotrópicos, apítos, veios pegmatóides e de quartzo, diques de diabásio e ao desenvolvimento de falhas de gravidade e de fraturas.

RECURSOS MINERAIS

Os recursos minerais atualmente em aproveitamento econômico restrigem-se àqueles de uso na construção civil e pavimentação de rodovias. Em Águas Formosas. e Machacalis há extração de areia e argila das aluviões em rios próximos; argila é utilizada em indústrias de cerâmicas. Nos arredores de Bertópolis, Pavão, Machacalis, Águas Formosas, Crisólita e Umburatiba existem pedreiras rudimentares para produção de pedra de mão, bloquete e brita (granito branco, cinza, e gnaisse kinzigítico). Nas proximidades de Pavão há intermitente extração de blocos de granito fino, cinza, para serraria e pavimentação. Saibro de rochas graníticas é extraído ao longo da rodovia Pavão-Águas Formosas e em Machacalis. O potencial mineral mais elevado é atribuído às grandes massas graníticas e gnáissicas para blocos e revestimento, cujo aproveitamento dependerá das condições de mercado. Pegmatitos com muscovita e rara turmalina ocorrem em diversos locais como a sul de São Pedro, às vezes com feldspatos decimétricos, granada, cordierita, biotita ou quartzo hialino, mas sem que se conheça trabalhos de pesquisa e/ou lavra em andamento.







Modificado de Almeida et al. (1978), Schobbenhaus et al. (1984), Delgado e Pedreira (1995).

FANEROZÓICO	CENOZÓICO	TERCIO-QUATERNÁRIO(TQ)(QUATERNÁRIO(Q)	**Qal** Aluvião
			TQdl Cobertura detrito-laterítica
	65M		
	PALEOZÓICO	CAMBRIANO (ε)	**GRANITOS PÓS-TECTÔNICOS** — **Eag** Allanita granito
	570Ma		
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZÓICO(N)		**FAIXA MÓVEL** — **DOMÍNIO ORIENTAL** — **GRANITOS SIN- A TARDI-TECTÔNICOS**: **Ncc** Leucogranito Carlos Chagas; **Nps** Granito Pedra do Sino; **Nw** Leucogranito Wolff; **Nm** Enderbito Mangalo; **Nn** Granito Nanuque; **Na** Granito Ataléia; **COMPLEXO GNAISSICO KINZGÍTICO**: **Nkz** Gnaisse Kinzigítico
	1000Ma		

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

CENOZÓICO

Qal **Aluvião:** depósitos aluvionares atuais, com predomínio de areias grossas a médias com níveis de cascalhos, silte e argila, a qual pode ser dominante localmente.

TQdl **Cobertura Detrito-laterítica**: depósitos residuais: Solos residuais arenosos grossos, esbranquiçados, localmente com níveis de cascalho quartzoso e laterito.

PALEOZÓICO

GRANITOS PÓS-TECTÔNICOS

Eag **Allanita Granito**: biotita (allanita) granito cinza, isotrópico, fino a médio.

NEOPROTEROZÓICO

GRANITOS SIN- A TARDI-TECTÔNICOS

Ncc **Leucogranito Carlos Chagas**: leucogranito granatífero, geralmente foliado, médio a grosso, localmente pegmatóide, branco com agregados centimétricos de granada e cordierita. Contem biotita em proporções variáveis. Incluem porções kinzigíticas.

Nps **Granito Pedra do Sino**: biotita granito cinza porfiroblástico, orientado a quase isotrópico localmente. Porfiroblastos de K-feldspato esparsos a densamente distribuídos, orientados paralelamente a cáticos,com dimensées de 1 a 8cm, tabulares a oceláres. Matriz fina a média, raramente com granada. Contém enclaves biotíticos.

Nw **Leucogranito Wolff**: granito a granada de granulação grosseira e encerrando restos de gnaisse kinzigítico.

Nm **Enderbito Mangaló**: enderbito cinza-esverdeado, fino/médio a porfirítico, homogêneo, localmente com granada.

Nn **Granito Nanuque**: biotita granito porfirítico, foliado a pouco orientado, com K-feldspato de até 10cm solado ou contíguo em matriz média/grossa com granada disseminada ou em aglomerados finos. Contém enclaves biotíticos.

Na **Granito Ataléia**: granito mesocrático de coloração cinza e granulação média a grossa, geralmente porfirítico. É constituído de quartzo, feldspato, granada, biotita e raramente sillimanita.

COMPLEXO GNAISSICO KINZGÍTICO

Nkz **Gnaisse Kinzigítico**: (cordierita)-(sillimanita)-granada-biotita gnaisses bandados, lenticulares, de granulação média (matriz) e porfiroblastos até centimétricos (granada, cordierita, feldspato), de cor cinza escuro mesclado. Contém bandas, lentes e enclaves de rocha calcissilicática cinza esverdeada de granulação fina, tenaz, que localmente contém grafita. Intercalações de gnaisses quartzosos e rochas quartzosas (miloritos). São gnaisses e migmatitos de composição kinzigítica e incluem porções leucossomáticas graníticas com granada e cordierita.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Afloramento descrito
- Foliação com mergulho medido
- Antiforme
- Sinforme
- Garimpo ativo (ou lavra rudimentar ativa)
- Garimpo paralisado (ou lavra rudimentar paralisada)
- Mina a céu aberto em atividade
- Mina a céu aberto paralisada
- Lineação c/ estiramento medido (ou c/ caimento medido)
- Lineação "b" medida (ou com caimento medido)
- Lineação mineral medida (ou com caimento medido)
- Foliação milonítica com mergulho medido
- Foliação vertical
- Foliação milonítica vertical
- Afloramento com análise petrográfica
- Dique de diabásio
- Contato definido
- Contato aproximado
- Falha ou zona de cisalhamento
- Falha ou zona de cisalhamento aproximada
- Falha contracional
- Falha contracional aproximada
- Lineamento geofísico obtido por magnetometria
- Falha, fratura ou zona de cisalhamento
- Lineamentos estruturais: traços de superfícies "S"
- Contato transicional
- Falha ou fratura indiscriminadas
- Falha transcorrente dextral

OCORRÊNCIA PONTUAL: db - diabásico; qt - quartzito; rq - rocha quartzosa; cs - rocha calcissilicática; gn - gnaisse; erd - enderbito; kz - kinzigito

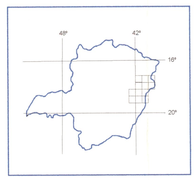
OCORRÊNCIA MINERAL DE: sa - saibro; gr - granito; b - brita; fd - feldspato; su - sulfeto; ag - argila; av - argila p/ cerâmica vermelha

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Drenagem — Area urbana — Estrada sem pavimentação — Estrada pavimentada

Base planimétrica gerada a partir da digitalização da folha SE.24-V-C-III, Águas Formosas, 1976, da SUDENE. Atualização efetuada com base em dados de campo fornecidos pelas equipes técnicas da CPRM.
Editoração cartográfica executada na GERIDE/CPRM/BH, sob a supervisão geral do Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento, geólogo Nelson Baptista de O. Resende Costa, com a coordenação da geógrafa Rosângela G. Bastos deSouza.
Digitalização: Terezinha I. de Carvalho Pereira/CPRM e SIGeo/UFV.
Editoração e arte-final: ANDINA - Serviços de Informática
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 39° W.Gr., acrescidas as constantes 10.000km e 500km, respectivamente.

LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



ESCALA 1: 100.000

4000m 2000 0 2000 4000m

1997

A CPRM agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nesta Folha.

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

NOVO CRUZEIRO	PADRE PARAÍSO	ÁGUAS FORMOSAS	
TEÓFILO OTONI	MUCURI	CARLOS CHAGAS	
SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	ITAMBACURI	ATALÉIA	
MARILAC	GOVERNADOR VALADARES	ITABIRINHA DE MANTENA	

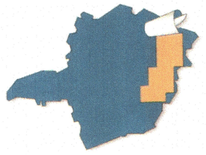
Out. 139

Por: CID QUEIROZ FONTES

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, sob a coordenação do DEGEO - Departamento de Geologia, da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM, na gestão do geólogo Antônio Juarez Milmann Martins. Projeto Leste, executado na Superintendência Regional de Belo Horizonte - SUREG/BH, sob a coordenação do Gerente de Geologia e Recursos Minerais - GERENMI, geólogo Claiton Piva Pinto, em convênio com a Secretaria de Minas e Energia do Governo de Minas Gerais - SEME e Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG.
Supervisão Técnica: Geólogo João Bosco Viana Drumond.

CPRM BIBLIOTECA DEL 2001

PROJETO LESTE



SECRETARIA DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA — MINAS GERAIS — COMIG — CPRM Serviço Geológico do Brasil — Brasil EM AÇÃO